ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
BELGOROD STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER V.G. SHOUKHOV

Вектор ГеоНаук

2018. Том1. №3

Vector of Geosciences

2018. Vol.1. #3

БЕЛГОРОД/BELGOROD
2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ / EDITORIAL BOARD

Александр Черныш / Alexandr Chernysh
главный редактор, кандидат технических наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород)

Карина Кара / Karina Kara
заместитель главного редактора, кандидат технических наук
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород)

Наталья Андреева / Natalia Andreeva
кандидат физико-математических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет (РФ, г. Белгород)

Бегляр Асланов / Begljar Aslanov
доктор наук о Земле, профессор
руководитель лаборатории «Геолого-геофизические обобщения» НИПИ «НефтеГаз», SOCAR (Азербайджан, г. Баку)

Владимир Голик / Vladimir Golik
доктор технических наук, профессор
Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН, Северо-Кавказский государственный технологический университет, (РФ, г. Владикавказ)

Наталья Затолокина / Natalia Zatolokina
кандидат географических наук
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина (РФ, г. Белгород)

Даниела Златкович / Daniela Zlatkovic
доктор технических наук, профессор,
Высшая техническая школа по профессиональному образованию (Республика Сербия, г. Ниш)

Татьяна Калачук / Tatiana Kalachuk
кандидат технических наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (РФ, г. Белгород)

Вероника Курбатова / Veronika Kurbatova
кандидат технических наук, доцент
Северо-Восточный государственный университет (РФ, г. Магадаг)

Сергей Лицуков / Sergey Litsukov
доктор сельскохозяйственных наук , доцент
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина (РФ, г. Белгород)

Майя Максимова / Mayya Maximova
Московский государственный университет геодезии и картографии (РФ, г. Москва)

Иван Новых / Ivan Novykh
кандидат географических наук
Белгородский государственный национальный исследовательский университет (РФ, г. Белгород)

Евгений Пендюрин / Evgeniy Pendyurin
кандидат сельскохозяйственных наук , доцент
Белгородский государственный институт искусства и культуры (РФ, г. Белгород)

Виктор Постолов / Victor Postolov
доктор сельскохозяйственных наук , доцент
Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I (РФ, г. Воронеж)

Валентина Шевченко / Valentina Shevchenko
кандидат географических наук, доцент
Белгородский государственный национальный исследовательский университет (РФ, г. Белгород)

Наталья Ширина / Natalia Shirina
кандидат технических наук, доцент
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина (РФ, г. Белгород)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационное свидетельство **Эл № ФС77-74079**.
ISSN: 2619-0761
Учредитель: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Россия, Белгород
Почтовый адрес редакции: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46, ауд. Гк 724/2
Электронный адрес: http://vektorgeonauk.ru/
Электронная почта: vectorgeonauk@mail.ru

Размещение статьи в номере журнала на его официальном интернет-сайте http://vektorgeonauk.ru/ является подтверждением публикации.

Авторские права сохраняются в соответствии с международными правилами.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей.

Редакция:

1) не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных;

2) не несет ответственности перед авторами и/или третьей стороной и организацией за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи;

3) вправе изъять уже опубликованную статью, если выяснится, что были нарушены чьи-либо права или общепринятые нормы научной этики. О факте изъятия статьи редакция сообщит автору статьи, рецензенту и организации, в которой выполнялись исследования.

Правила предоставления статей и требования к их оформлению размещены на официальном сайте журнала по адресу http://vektorgeonauk.ru/.

Геотектоника и геодинамика

Асланов Б.С., Асгерова Р.А. Сравнительный анализ геодинамических особенностей Южно-Каспийской нефтегазоносной провинции и Персидского залива
Aslanov B.S., Asgerova R.A. Comparative analysis of geodynamic features of the South Caspian oil-and-gas bearing province and Persian gulf 5

Гидрогеология

Казанцева А.С. История изотопных исследований в гидрогеологии
Kazantseva A.S. History of isotope research in hydrogeology 11

Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Редькин Г.И., Красюкова Е.И., Овчарова Н.В. Классификация горных пород по признакам их строения
Redkin G.M., Krasyukova E.I.,Ovcharova N.V. Rock materials classification according to their structure 23

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Магеррамов Б.И., Аббасов Г.А., Асланов Б.Ш. Зоны генерации и аккумуляции углеводородов в районе междуречья Куры и Габырры (Азербайджан)
Magerramov B.I., Abbasov G.A., Aslanov B.Sh. Generation and accumulation zones of hydrocarbons in Kura and Gabirry interfluvial region (Azerbaijan) 27

Ахмедов И.З., Тагиева С.Э., Ахмедов М.И. Оценка эффективности эксплуатации скважин штанговыми насосами на поздней стадии разработки месторождения
Ahmedov I.Z., Taghiyeva S.E., Ahmedov M.l. Evaluation of the efficiency of well operation with sucker-rod pumps at a late stage of field development 34

Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Курбатова В.В. Аппроксимация методики наземной лазерно-сканирующей тахеометрии к съемке подземных выработок
Kurbatova V.V. Approximation methods terrestrial laser scanning of tacheometry the survey of underground workings 40

Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

Шяймартдянов Т.Э. К проблеме рекультивации хранилищ хвостов обогащения углей Донбасса
Sheymartdyanov T.E. To the problem of reclamation of the storage of tailings of coal enrichment of Donbass 53

Черныш Н.Д., Сидякина А.Ю. Специфика формирования архитектурной городской среды с учетом планировочного решения зданий на примере объектов гражданских обрядов
Chernish N.D., Sidiakina A.Yu. The specificity of the formation of the architectural urban environment, taking into account the planning decisions of buildings according to the example of objects of civil ceremonies 65

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Оноприенко Н.Н. Учет инженерно-геологических факторов в формировании кадастровой стоимости земли
Onopriyenko N.N. Account engineering-geological factors in the formation of the cadastral value of land 73

Затолокина Н.М., Рябцева А.Ю. Кремация, как современный и инновационный способ погребения
Zatolokina N.M., Ryabtseva A.Yu. Cremation as a modern and innovative way of burial 80

Ширина Н.В., Монастырская Е.С. Анализ застройки первичного рынка жилья г. Белгород
Shirina N.V., Monastyrskaya E.S. Analysis of the development of primary housing market in Belgorod **84**

Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М. Анализ эрозионных процессов, характерных для Белгородской области
Lozovaya S.Yu., Lozovoy N.M. Analysis of erosion processes, which are peculiar to the Belgorod region **88**

Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Самбаев Н.С. Оценка гидрологического состояния р. Сырдария в пределах Кызылординской области
Sambaev N.S. Assessment of the hydrological state of the river Syrdaria within the Kyzylorda region **95**

Поздравления

Исполнилось 70 лет Василию Ивановичу Ляшенко **101**

УДК 551.14:550.83;551.24:550.83

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ И ПЕРСИДСКОГО ЗАЛИВА

Асланов Бегляр Сулейман оглы – доктор наук о Земле, профессор, руководитель лаборатории «Геолого-геофизическое обобщение», НИПИ «Нефтегаз», beyler@inbox.ru

Асгерова Раксана Алекбер гызы – доктор философии по геолого-минералогическим наукам, ведущий научный работник института «Нефти и Газа», Национальная Академия Наук Азербайджана (НАНА), askerova-roksana@rambler.ru

Аннотация: персидский залив и Южно-Каспийская впадина являются провинциями скоплений гигантских месторождений углеводородов (УВ). Они расположены на местах наложения передового прогиба древней океанической окраины. Очагом генерации Персидского залива является Месопотамский прогиб, Южно-Каспийской провинции – одноименный прогиб. Кроме этого, активные сейсмоактивные полосы Персидского залива и Южного Каспия расположены в северных перифериях окраины, характеризующихся специфическими полосами: Загросская надвиговая система в Персидском заливе и Абшероно-Прибалханская зона поднятия в Южном Каспии. Эти полосы являются богатейшими нефтегазоносными зонами. Подобное совпадение случайно или связано геологической эволюцией региона? Какова природа этих уникальных месторождений? Где возникла нефть, когда, откуда и каким образом она переместилась в нынешние слои? Статья посвящена ответам на подобные вопросы на основе анализа существующего геолого-геофизического материала.

Ключевые слова: Персидский залив, Южный Каспий, провинция, сегмент, плита, фундамент.

Введение.

На основе анализа и сравнения данных литературных материалов, ограниченно опубликованных в интерне в разное время и разными авторами, устанавливалось «генетическое родство» (образование за счет одного и того же источника) в углеводородном составе Персидского залива и Южного Каспия.

Нефтегазоносные провинции Южно-Каспийской мегавпадины (ЮКМ) и Персидского залива (ПЗ) являются элементами единого геодинамического блока, которые наглядно иллюстрируется современной сейсмогединамической картой и региональной физиографической моделью. Геолого-геофизические материалы такие как: тектонические, топографо-геодезические, физические, структурные карты по разным горизонтам, физиографическая и сейсмогеодинамическая модели разных лет, глубинные геолого-геофизические разрезы, каталоги землетрясений и т.д., заимствованные, в основном, из интернета, служили основой при исследовании Южного Каспия и Персидского залива.

Основная часть. *Роль геодинамики при формировании ЮКМ и ПЗ.*

Исследуемый регион, расположенный между крупными Евразийским и Аравийским литосферными плитами, приурочен к сейсмоактивной зоне. Зона относится к кавказскому сегменту Альпийско-Гималайского подвижного пояса (АГПП). Он характеризуется резкой контрастностью и интенсивностью магматических процессов, необычайно высокой тектонической и геодинамической активностью и подвижностью, большой сетью разнонаправленных разломов, являющиеся возможными путями миграции полезных ископаемых, в том числе и углеводородов.

Образование АГПП связывается с коллизией Аравийской и Центрально-Иранской плит. Сегмент пояса, в которую включены Центральный Иран, Загрос, Макран и Южный Каспий – расположен к востоку от северного выступа Аравийской плиты [1]. Вероятным продолжением северной ветви Неотетиса, является Центрально-Иранский микроконтинент. Он характерен позднедокембрийским метаморфическим фундаментом и венд-триасовым платформенным чехлом. На востоке выделяется меридионально вытянутый Лутский блок.

Геодинамическая эволюция этого региона, согласно работам [2] тесно, связана со сдвигом Аравийской плиты в северо-восточном направлении, который начался от мезозоя и продолжался в течение всего олигоцена до раннего миоцена. В результате образовались Иранское плато и Эльбурские горы. При этом отделился центральный Иран от Каспийского палеобассейна.

Деформированные блоки, в области между Южным Каспием и Черного моря, а также прилегающие тектонические элементы низкого порядка в пределах Персидского залива и Южного Каспия тоже являются результатом этого сдвига. Сдвиговые движения, в той или иной степени продолжаются до настоящего времени. По этим картам хорошо видны блоки разных размеров, глубинные разломы и сдвиги, которые сыграли для поддержки неотектонической обстановки.

В мезозойской истории развития основных тектонических элементов региона установлены все главные этапы её формирования в условиях горизонтального перемещения Евроазиатской и Афроаравийской континентальных плит, в ходе которых происходило постепенное сокращение акватории палеокеана Тетис до полного его исчезновения. Основываясь на общих закономерностях тектонической и магматической эволюции, установлено, что в этом регионе в Мезотетисе существовали условия пассивной континентальной окраины (ПКО). В ПКО-регионе шельф подстилается континентальной корой. Приуроченность большинства запасов углеводородов к ПКО – закономерность, которая неоднократно отмечалась геологами А.И. Конюховым, Л.Э. Левиным, В.Е. Хаиным, Б.А. Соколовым, Р.Г. Гарецким, С.А. Ушаковым и др. По их данным, с ПКО связано 7/8 всех выявленных запасов нефти и газа, из которых только 1/8 этих запасов приходится на долю активных континентальных окраин (АКО). АКО возникает там, где под континент погружается океаническая кора.

Результаты исследований и обсуждение.

На основе теории литосферных плит были проанализированы геодинамические преобразования геологической эволюции, тектоническое строение основных литосферных плит (геоблоков альпийского складчатого пояса) Южно-Каспийской нефтегазоносной провинции (ЮКНП) и Нефтегазоносного бассейна Персидского залива (НБПЗ). Сравнивая нефтегазоносные структуры, с учетом переинтерпретации существующего геолого- геофизического материала, нами составлены профильные разрезы в двух направлениях, отражающие геологическое строение исследуемого региона (рис. 1, *I* и *III*). По этим разрезам наглядно иллюстрируется тектоническое строение обеих провинций, как глубинное, так и поверхностное. При этом наблюдается явное расхождение в структурно-тектоническом строении. Следует подчеркнуть, что по Каспийскому региону нами были использованы существующие разрезы, составленные по многочисленным скважинам (рис. 1, *IV*, красный цвет). Поверхностное геологическое строение(нефтегазо-носная толща) Персидского залива осложнено Загросским надвигом, Южного Каспия – Абшероно-Прибалханской зоной поднятий. Подобное осложнение согласуется образованием складчатых систем на основании процессов сжатия и растяжения, которые продолжаются и в настоящее время.

Абшеронский порог и Загросский надвиг наложены на глубоких прогибах. Абшеронский порог на Пираллахи-Келькорском прогибе (ПКП), а Загросский надвиг – на Месопотамский передовой прогиб (МПП).

По мнению В. Забанбарка и Н.П. Запивалова [3, 4], МПП имеет ассиметричное строение с внутренним северо-восточным дислоцированным бортом и внешним более пологим юго-западным бортом, наложенным на краевую часть Аравийской платформы и примыкающим к складчатому сооружению Загрос. Наиболее интенсивное формирование тектонических структур фиксируется на внешнем борту, где развиты большой протяженности и сравнительно узкие складки, группирующиеся в зоны, параллельные Загросскому складчатому сооружению. Сам прогиб окончательно сформировался в заключительной фазе альпийской складчатости. Сдвиговые дислокации, доминировавшие в Загросе, привели к дисгармоничному смятию осадочной толщи.

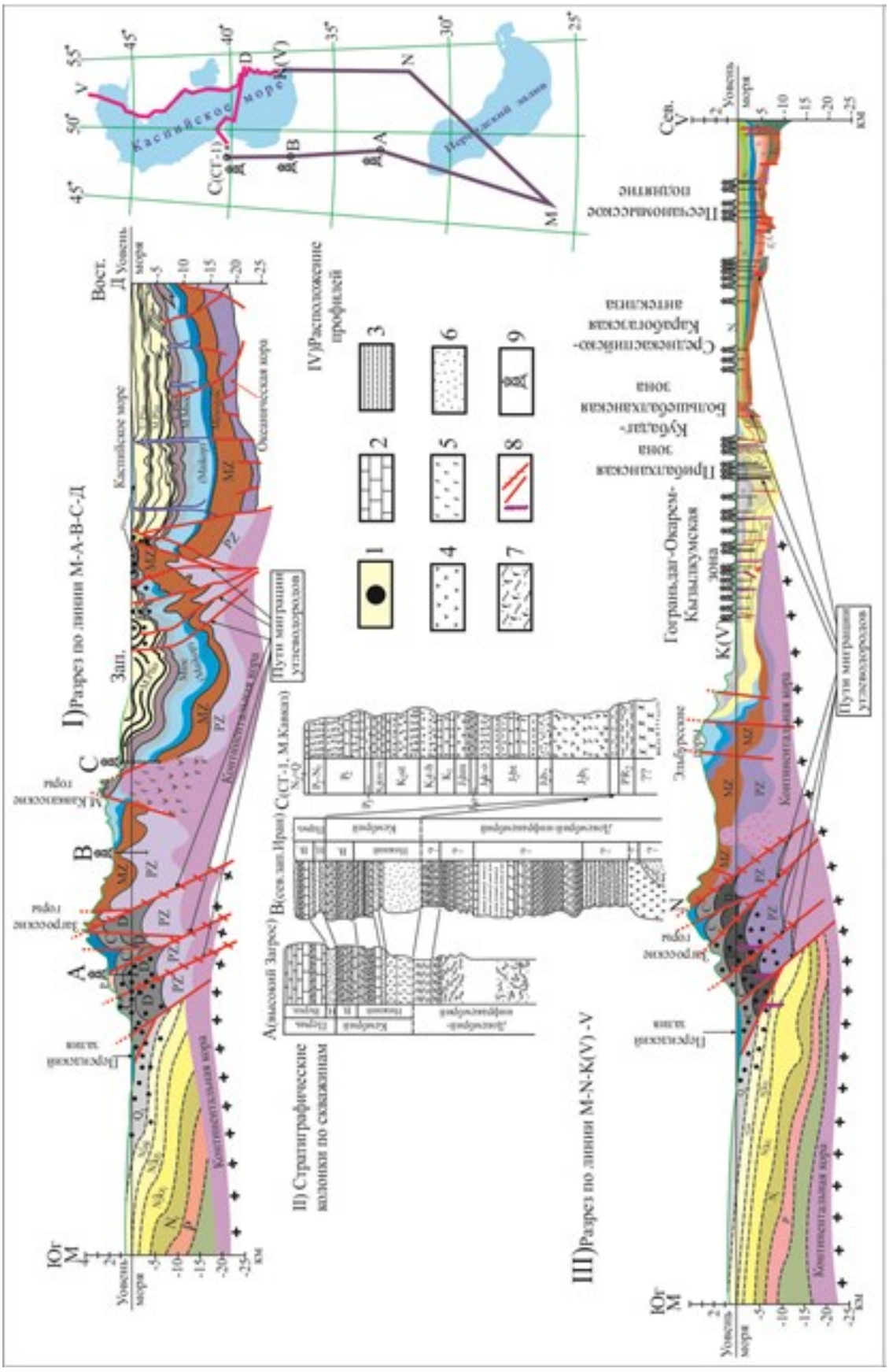


Рис. 1. Результаты интерпретации геолого-геофизического материала в исследуемом регионе: *I* и *III* – геологические разрезы; *II* – сопоставление стратиграфических разрезов по скважинам, расположенных на территории Главного Загросского надвига (*A* и *B*) и на Малом Кавказе (*C, СГ-1*); *IV* – расположение профилей; *1* – область нефти (конденсат или газ), *2* – известняки, *3* – глины, *4, 5* – вулканогенные породы, *6* – крупнозернистые пески, *7* – обломки интрузивных пород, *8* – разломы и вулканы глубокого заложения, *9* – скважины. Рис. составили: Б.С. Асланов, Р.А. Асгерова

К подобному геотектоническому преобразованию можно отнести и ПКП. МПП сформирован на стыке Аравийской платформы с Иранским плато, а ПКП на стыке Эпигерцинсой платформы с северо-востока и Альпийской складчатости с юго-запада. Однако, и парадоксально, что размеры этих прогибов несравнимы.

Оба прогиба оказались наложенными на более древние осадочные бассейны. Это связано с тем, что в геодинамической эволюции бассейнов Персидского залива и Южного Каспия выделяются два тектонических этапа: сначала регион развивался как часть континентальной окраины Гондваны вплоть до столкновения её с Евразийским континентом. В результате этого столкновения образовалась Загросская зона складчатости, затем перед ней возник МПП, наложенный на северные, некогда глубоководные участки этой окраины. Параллельно подобная эволюция происходила на северной окраине сейсмогеодинамического блока, в результате образовался ПКП. Мы предполагаем, что этим же объясняется различие глубинного строения НБПЗ и ЮКНП.

Подобное представление хорошо иллюстрируется на 3D модели гравиметрической карты (рис. 2), составленной нами по программе *„SURFER“*. Здесь хорошо видно как расположены НБПЗ и ЮКНП. Тектоническое строение обеих провинций представляется инверсионным, т.е. они размещены на глубоких «котловинах». Однако образование углеводородного потенциала связано, по всей вероятности, с абсолютно разной геотектонической обстановкой. На наш взгляд, углеводороды Персидского залива образуются во впадине МПП. Этому процессу способствует динамика трёх тектонических единиц: Аравийской плиты, Дешт-Лутского блока и Иранского плато. Согласно нашему представлению, при движении Аравийской плиты в северо-восточном направлении, юго-восточный край соприкоснется с блоком Дешт-Лут, а блок, при повороте против часовой стрелки, сжимает Иранское плато. В результате этих сжимающих сил в глубинных недрах МПП создаётся благоприятное условие для образования углеводородов. В дальнейшем, вновь благодаря этим сжимающим силам, углеводороды мигрируют по существующим глубинным разломам на нефтегазоносные структуры Персидского залива.

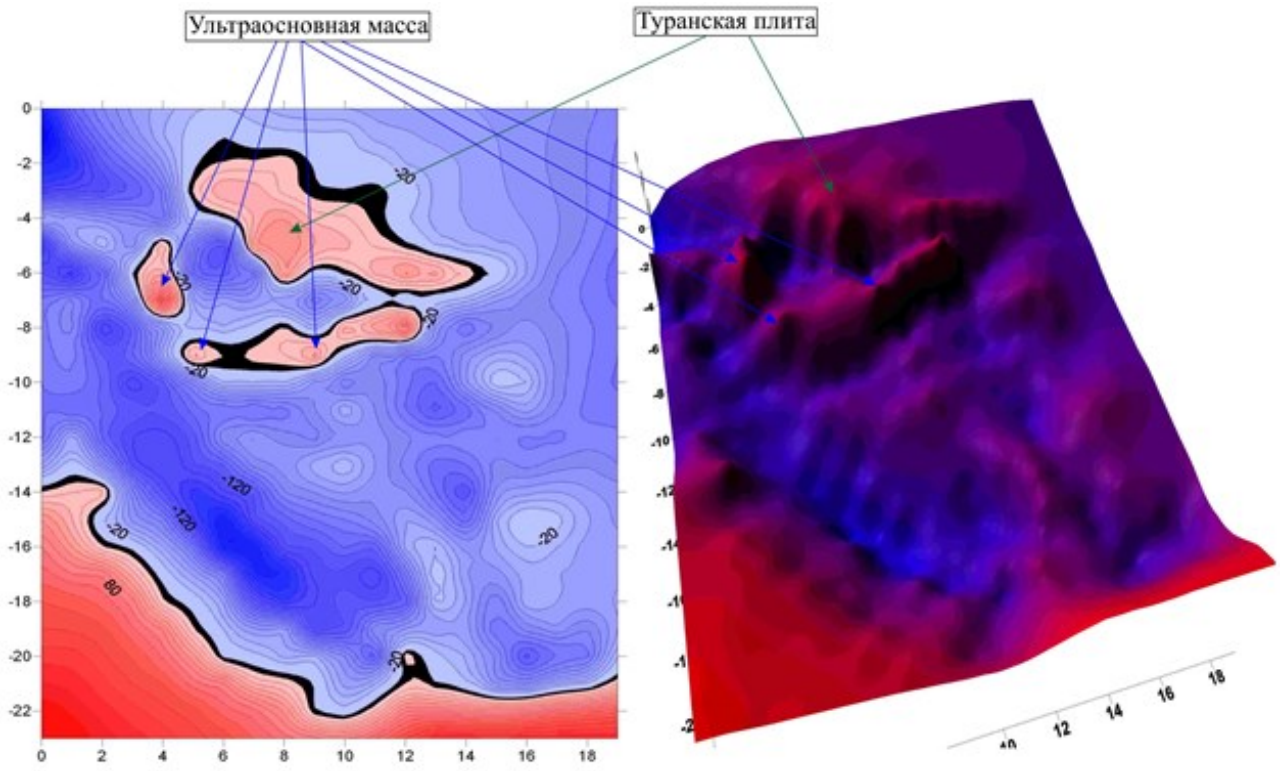


Рис. 2. 3D-модель, составленная в программе „SURFER“ по гравиметрической карте в редукции Буге.
Рис. составили: Б.С. Асланов, Р.А. Асгерова

В Южном Каспии этот процесс носит несколько иной характер. Мы полагаем, что углеводороды Южного Каспия образуются во впадине ПКП, благодаря воздействию геодинамических сил трёх тектонических единиц: Иранского плато, Деште-Лутского блока и Туранской плиты. Геомеханический процесс и здесь связан с Аравийским синтаксисом, т.е. при движении Аравийской плиты в северо-восточном направлении юго-восточный край соприкоснется с блоком Деште-Лут. А блок, через Копетдагскую горную складчатость столкнется с Туранской плитой. Плита при этом, поворачиваясь против часовой стрелки, сожмет Южно-Каспийскую геосинклиналь. Так как, глубинное строение Южного Каспия представлено сводовым поднятием по границе Мохо, центр сжимающих сил попадает в ПКП. В результате в недрах ПКП создаются благоприятные условия для образования углеводородов. В дальнейшем, углеводороды, мигрируют по существующим глубинным разрывам на нефтегазоносные структуры Южно-Каспийской провинции.

Заключение. Таким образом, анализируя вкратце структурно-тектоническое строение на основе существующей геолого-геофизической информации, сеймогеодинамических особенностей на основе каталогов землетрясений, сравнивая геотектонические условия в процессе геологической эволюции, можно предполагать следующие выводы:

1. Углеводородный потенциал НБПЗ и ЮКНП связан с рифтовой системой океана Тетис и образовались в ПКО. Путями миграции и генерации УВ в исследуемом регионе являются: в Южно-Каспийской нефтегазоносной провинции – Предкавказско-Туркменский разлом, а в пределах Персидского залива – глубинные разломы Загросской надвиговой системы.

2. Крупные скопления УВ в этих провинциях является результатом дегазации, которые произошли на втором этапе эволюции бассейна при наложении передовых прогибов (МПП и ПКП) на бывшие гондванские окраины.

3. С позиции теории глобальной тектоники, образование нефти происходит в результате возгонки и термолиза веществ, затянутых вместе с океаническими осадками в зону подвига литосферных плит.

4. Резкое отличие глубинного геолого-тектонического строения провинций связано с сейсмогеодинамической эволюцией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамедов П.З. Тектонотипы палеобассейнов Кавказско-Каспийского региона и основные стадии эволюционного развития Южно-Каспийского мегабассейна / Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана. Баку, 2010. С. 127-139.

2. Забанбарк А., Казьмин В.Г., Лобковский Л.И. Древние окраины континентов и сравнительный анализ их нефтегазоносности // Доклады Академии Наук. 2010. Т. 431. № 3. С. 365–368.

3. Забанбарк А. Распространение крупных месторождений нефти и газа – источник углеводородной дегазации (бассейн Персидского залива). М.: Труды Института Океанологии им. П.П. Ширшова, РАН, 2011. С.133-138.

4. Запивалов Н.П. Морская нефть – новая веха человечества // Нефтяное хозяйство. 2008. № 6. С. 54–58.

REFERENCES

1. Mamedov P.Z. Tektonotipy paleobassejnov Kavkazsko-Kaspijskogo regiona i osnovnye stadii ehvolyucionnogo razvitiya YUzhno-Kaspijskogo megabassejna / Katalog sejsmoprognosticheskih nablyudenij na territorii Azerbajdzhana. Baku, 2010. S. 127-139.

2. Zabanbark A., Kaz'min V.G., Lobkovskij L.I. Drevnie okrainy kontinentov i sravnitel'nyj analiz ih neftegazonosnosti // Doklady Akademii Nauk. 2010. T. 431. № 3. S. 365–368.

3. Zabanbark A. Rasprostranenie krupnyh mestorozhdenij nefti i gaza – istochnik uglevodorodnoj degazacii (bassejn Persidskogo zaliva). M.: Trudy Instituta Okeanologii im. P.P. SHirshova, RAN, 2011. S.133-138.

4. Zapivalov N.P. Morskaya neft' – novaya vekha chelovechestva // Neftyanoe hozyajstvo. 2008. № 6. S. 54–58.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GEODYNAMIC FEATURES OF THE SOUTH CASPIAN OIL-AND-GAS BEARING PROVINCE AND PERSIAN GULF

Aslanov B.S., Asgerova R.A.

Annotation: Persian gulf and the South Caspian cavity are provinces of aggregations of giant fields of a hydrocarbon. They are laied out on places of laying of a foredeep of ancient oceanic suburb. The centre of generation of Persian gulf is the Mesopotamic bending flexure, the South Caspian province – the bending flexure with the same name. Besides, active seismoactive bands of Persian gulf and Southern Caspian sea are laied out in northern peripheries of suburb characterised by particular bands: Zagrossky offset system in Persian gulf and Absherono-Pribalhansky zone of uplift in Southern Caspian sea. These bands are the richest oil-and-gas bearing zones. Look-alike coincidence is casual or is linked by geologic evolution of region? What nature of these unique fields? Where there was an oil, when, whence and how it has moved to present strata? Article is devoted answers to look-alike questions on the basis of the analysis of an existing geologo-geophysical material.

Key words: Persian Gulf, the South Caspian province segment, stove, basement.

© Асланов Б.С., Асгерова Р.А., 2018

Асланов Б.С., Асгерова Р.А. Сравнительный анализ геодинамических особенностей Южно-Каспийской нефтегазоносной провинции и Персидского залива // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 5-10.

Aslanov B.S., Asgerova R.A., 2018. Comparative analysis of geodynamic features of the South Caspian oil-and-gas bearing province and Persian gulf. Vector of Geosciences. 1(3): 5-10.

УДК 25.00.07

ИСТОРИЯ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГИДРОГЕОЛОГИИ*

Казанцева Алена Сергеевна – аспирант, инженер «ГИ УрО РАН» Кунгурская лаборатория-стационар, kazanalena@bk.ru

Аннотация: в данной статье представлены ключевые исторические события, связанные с развитием и применением изотопных методов в области гидрогеологии от начала открытия изотопов воды до современного этапа, на мировом уровне и в пределах Пермского края.

Ключевые слова: эизотопные методы в гидрогеологии, история применения, гидрогеологические исследования, мировые исследования, изотопные исследования в Пермском крае.

На современном этапе развития невозможно без использования достижений научно-технического прогресса и широкого внедрения современных методов исследований более эффективных для решения гидрогеологических задач. Стабильные изотопы, присутствующие в подземных водах, несут в себе информацию об изменениях, вызванные рядом природных физико-химических процессов в течение времени. Использование стабильных изотопов водорода и кислорода завоевало широкую популярность при исследовании динамики природных вод, их генезиса и гидрогеохимических эффектов при взаимодействии воды и пород. В данной статье рассматривается применение методов анализа изотопного состава и основные достижения отечественных и зарубежных специалистов в области гидрогеологии. Отдельно выделены исследования на территории Пермского края, поскольку изучение изотопного состава подземных вод здесь только набирает обороты и непосредственно связаны с деятельностью автора.

Мировые исследования по применению изотопных методов в гидрогеологии

Изотопы кислорода (^{18}O и ^{16}O) открыты В. Джиоком и Х. Джонстоном в 1929 г., водорода (дейтерий, D) – в 1932 г. Г. Юри и его коллегами. Сразу же после открытия изотопов кислорода и водорода начались многочисленные исследования изотопного состава природных вод разных типов. Большинство этих работ в настоящее время имеют лишь историческую ценность, поскольку в 30-е годы измерения проводились по общей плотности, которая неоднозначно определяет вариации в изотопном составе кислорода и водорода. Кроме того, часто исследования проводились на низком методическом уровне.

Новый этап в изучении природных вод связан с работами А.И. Бродского [2] и его коллег, которые в 1937 г. разработали методики раздельного определения изотопного состава кислорода и водорода. Для этой цели использовалось сочетание денсиметрического и интерферометрического методов. Это позволило осуществить систематическое изучение распространенности изотопов водорода и кислорода в образцах воды разного происхождения: снегах, льдах, фирнах, инее, дожде, озерах и морях. Преимущество раздельного способа анализа особенно хорошо показано на примере исследования концентрации изотопов водорода и кислорода в океанических и морских водах Арктического бассейна, где были обнаружены закономерности их распределения в водах и льдах в зависимости от географических признаков, тогда как суммарная плотность оказалась малохарактерной. Упомянутые методы анализа впоследствии применялись в ряде лабораторий мира для решения многих научных задач, а также для контроля обогащения вод тяжелыми изотопами. Однако широкая постановка исследований тормозилась трудоемкостью методик и относительно низкой точностью [3].

В том же десятилетии Г. Юри и его коллеги из Колумбийского университета проводили эксперименты по изотопному обмену, а А. Нир и его коллеги из университета Миннесоты проводили масс-спектрометрические измерения изменений в соотношениях стабильных изотопов.

В 1946 году Гарольд Юри отправился в несколько известных университетов Европы, чтобы выступить с лекцией, ежегодно

спонсируемой Королевским обществом Лондона [44].

Юри представил результаты полуэмпирических расчетов изотопного фракционирования стабильных изотопных отношений легких элементов среди идеальных газов и простых водных ионов, рассчитанными по спектроскопическим данным и методом статистической механики.

В то время уже было известно, что отношения стабильных изотопов кислорода ($^{18}O/^{16}O$) морских известняков были примерно на 3 % выше, чем у океана и, что океанская вода была изотопически тяжелее, чем пресная вода. Юри обратил внимание на температурный коэффициент разделения изотопов кислорода между карбонатом кальция и водой. Он пришел к выводу, что для изучения температуры древних океанов, изотопный анализ и температурный коэффициент играют огромную роль в палеоклиматологии. Но в 1940-х годах точность изотопных измерений, необходимых для получения температурных оценок не была достижимой. В то время точность масс-спектрометрических измерений коэффициентов $^{18}O/^{16}O$ была примерно в 10 раз меньше, чем требуется для определения температур, и не было воспроизводимой техники и экспериментальных данных, касающихся разделения изотопов кислорода между карбонатом кальция и водой. Одним из выдающихся научных достижений XX века является создание и совершенствование шкалы палеотемпературы изотопов кислорода [39].

Впервые метод прецизионной масс-спектрометрии был предложен группой Г. Юри в 1951 г. для определения палеотемператур древних морей и явился следующим крупным вкладом в развитие геохимии изотопов легких элементов. Разработанные методы были применены С. Эпштейном, Т. Майедой, И. Фридманом и другими для изучения изотопного состава природных вод.

Масс-спектрометрия берет свое начало с работ А.Д. Демпстера, который в 1918 году установил вместо фотопластинки токоприемник. Точность его измерений составляла несколько процентов от изотопных отношений и оставалась непревзойденной вплоть до работы Г.А. Штрауса, который сконструировал в 1941 г. двойной коллектор ионов, позволяющий регистрировать отношения содержаний изотопов. В 1947 году А.О. Нир, Е.Р. Ней и М. Ингрем существенно усовершенствовали метод Г.А. Штрауса, разработав компенсационную схему, применяющуюся до сего времени. Ч.Р. Мак-Кинни и др., создали систему двойного впуска и заменили визуальный отсчет записью на самопишущем потенциометре. Сущность этой методики заключается в сравнении изотопных отношений двух образцов, один из которых принимается за эталон. В. Дансгаард и другие исследователи использовали тот же принцип, но, применив абсолютную градуировочную характеристику масс-спектрометра, сумели перейти от относительных измерений к определению абсолютных содержаний изотопов [3].

Одновременно с проведением работ по анализу изотопов кислорода карбонатных оболочек, в Копенгагене провели исследования по вариациям изотопов кислорода в естественных водах [24].

Разработка радиоуглеродного (^{14}C) метода датирования и его применение к подземным водам привела к количественному пониманию масштабов и времени изменения климата от полярных регионов. Впервые был применен Мюннихом в 1957 г. [46].

Становление и развитие изотопных методов в нашей стране связано с Всероссийским научно-исследовательским институтом гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), который был основан в 1939 г. Именно здесь 1 января 1959 г. директор Н.А. Маринов подписал приказ об организации в составе отдела специальных исследований изотопной лаборатории, в задачу которой входило использование открытых и закрытых источников радиоактивных излучений для решения различных научных и прикладных задач гидрогеологии и инженерной геологии. Заведующим лабораторией был назначен выпускник МИСИ, талантливый молодой ученый, кандидат технических наук В.И. Ферронский [12].

Существенную роль в формировании состава подземных вод играют атмосферные осадки, поэтому в 1960 году была запущена Глобальная сеть изотопов в осадках (GNIP) [50], совместно эксплуатируемая

Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) и Всемирной метеорологической организацией (ВМО). Основной целью было предоставление базовой информации об изотопном составе осадков в глобальном масштабе. МАГАТЭ оказывает поддержку использованию изотопной гидрологии с целью углубления знаний о водных ресурсах. На протяжении более чем четырех десятилетий образцы осадков измерялись с помощью различных исследовательских проектов и сетей мониторинга во временных масштабах, начиная от отдельных минут (доля отдельных событий дождя) до ежемесячных композитных образцов. Первый всеобъемлющий обзор изотопных данных, собранных сетью GNIP, проведенный Дансгаардом [23], привел к разработке ряда эмпирических взаимосвязей между наблюдаемым изотопным составом месячных осадков и параметрами окружающей среды, такими как температура приземного воздуха, количество осадков, широты, высоты или расстояния от побережья. Последующие обзоры базы данных GNIP [37, 47] в значительной степени подтвердили ранние результаты Дансгаарда. Стало очевидным, что эти эмпирические отношения, часто называемые «эффектами», можно рассматривать как меру средней степени выпадения влажных воздушных масс, переносимых из основных областей источника пара (главным образом, межтропического океана) в место осаждения [32].

Многочисленные исследования в 60-х гг. XX в. сотрудниками Международного агентства по атомной энергии в Эквадоре, Мексике, Южной Корее и Судане установили, что для вычисления доли речных вод в подпитке подземных вод наиболее эффективны данные о стабильных изотопах по сравнению с вычислением разности расходов на определенном участке русла реки. Каждый потенциальный источник подпитки характеризуется различным изотопным составом, поэтому можно легко определить вклад речной воды в грунтовые воды. Большая часть воды, текущей в крупных реках, будет приходить из более высоких мест, и поэтому будет содержать меньше тяжелых изотопов (дейтерия и кислорода-18), чем местные дожди [10].

Впервые корреляционная связь между D и ^{18}O для атмосферных осадков была экспериментально установлена Г. Крейгом. Изменение изотопного состава метеорных вод разных широт происходит вдоль прямой линии, которая получила название линии Крейга («линия метеорных вод»). Ученый в 1961 г. первый определил абсолютные отношения изотопов водорода и кислорода в SMOW (Standard Mean Ocean Water). SMOW представляет собой среднюю пробу воды, отобранной из Атлантического, Тихого и Индийского океанов в интервале глубин от 500 до 2000 м, в районах, удаленных от континентального стока, и тщательно перемешанной.

Дальнейшее усовершенствование масс-спектрометрического метода изотопного анализа продолжили в 1965 году Х. Маккелаф и Г.Р. Краузе, которые предложили осуществлять отсчеты разницы в изотопных отношениях с помощью цифровых интегрирующих устройств.

В СССР существенный вклад в развитие масс-спектрометрического прецизионного анализа внесли М.С. Чупахин (1953), В.И. Устинов и В.А. Гриненко (1965), Э.М. Галимов (1963), А.В. Якубовский и др. (1973), А.Д. Есиков (1980).

Рядом исследователей были проведены полевые и лабораторные эксперименты по изучению изотопного состава вод в процессе инфильтрации. В частности, Г. Кнетш и др. в 1962 г. [29] изучали влияние на фракционирование изотопов кислорода продолжительности и дальности подземной миграции в пределах одного и того же водоносного горизонта (нубийская серия, Западная пустыня, Северная Африка). Они установили незначительное изменение отношения $^{18}O/^{16}O$ (0,9 ‰) при движении воды по пласту в течение 20...30 тыс. лет и при переносе на расстояние более 1000 км с изменяющимся минералогическим составом. В.Н. Сойфер с соавторами в 1967 г. не нашли изменений в концентрации дейтерия при движении подземных вод на протяжении нескольких сотен метров в аргиллитах и песчаниках горячеключевской свиты, отобранных по падению пласта.

С середины 60-х гг. XX в. стабильные (D и ^{18}O) и радиоактивные (T, ^{14}C) изотопы привлекаются для решения задач водоснабжения. В этих исследованиях стабильные изотопы используются в качестве индикатора места поступления и разгрузки подземных вод, тогда как радиоактивные дают информацию о времени пребывания воды в данной системе. В частности, по данным распределения концентрации ^{18}O и T в атмосферных осадках, поверхностных водах, подземных источниках и скважинах бассейна р. Эвьян Ж. Фонтом и др. в 1967 был изучен гидрогеологический режим бассейна. Установлены площадь водосбора, его высота над уровнем моря и время обновления подземных вод. Рассмотрены различные модели водного баланса и оценены его отдельные составляющие. Полученные выводы хорошо согласуются с данными гидрогеологических, геологических и гидрологических исследований и представляют практический интерес при выборе подходящих мест для глубинного бурения и при планировании работ по водоснабжению исследуемых районов.

Аналогичные исследования были выполнены Г.Х. Дэвисом и др. (Devis G.H. e. a., 1967 г.) по T, ^{14}C и ^{18}O на примере южной части Венского бассейна Австрии и П. Теодерссоном [43] по T и D для юго-западной части Исландии.

В середине 60-е гг. изучали фракционирование изотопов водорода и кислорода в результате фильтрации через водовмещающие породы. Э. Дегенс установил, что при фильтрации подземных вод на расстояние 1100 км по выдержанному погружающемуся горизонту песчаников Нубийской серии в Северной Африке изотопный состав кислорода практически не изменялся. Содержание дейтерия при движении вод в хорошо промытых структурах также не изменялось [20, 26], а в артезианских бассейнах с крайне замедленным водообменом содержание дейтерия, как правило, возрастало с глубиной. Это объяснялось различной долей участия древних морских вод, сингенетичных с осадочной толщей седиментационного бассейна, при смешении их с инфильтрационными водами метеорного происхождения.

Немецкие ученые в пределах калийных рудников Гарцесса (ГДР) (Harzer D., Pilot I., Rusier H. I., 1968 г.) для выяснения режима и источников водопритоков, взаимосвязи водоносных горизонтов, источников их питания и разгрузки, водообильности и т.д. также применяли изотопные методы. С помощью данных по распределению дейтерия и кислорода-18 в поверхностных и подземных водах специалисты Фрайбергской горной академии ГДР определили гидрогеологическую обстановку в пределах рудника, поскольку применение классических методов было нецелесообразно.

Широкое распространение гидрогеологических исследований с использованием изотопов кислорода и водорода началось лишь с начала 70-х гг. XX в. Хотя исследования, проведенные в 1960-х годах по осадкам Крейгом [21] и Дансгаардом, проложили почву для размышлений об изотопах в водном цикле. Особое внимание уделялось изучению трития (^{3}H, T), в связи с проведением термоядерных испытаний в период 1963-1965 гг., и изучению изотопного состава атмосферных осадков [22].

Развитие в СССР исследований в области изотопии вод глубоких подземных горизонтов стимулировалось, с одной стороны, интенсификацией работ по глубинному поисково-разведочному бурению на нефть и газ и возможностью отбора представительных образцов подземных флюидов из различных этажей гидрогеологического разреза, с другой – развитием аппаратурных и методических разработок, осуществленных в 1966 г. в ИФХ АН УССР и ВСЕГИНГЕО, а несколько позднее (1974) и во Всесоюзном научно-исследовательском институте ядерной геофизики и геохимии (ВНИИЯГГ). Изучение изотопного состава водорода и кислорода проведено советскими учеными В.Е. Ветштейном, В.Г. Артемчуком, П.Г. Альтшулером и др. [4] в подземных водах по разрезу и по площади ряда артезианских нефтегазоносных бассейнов (НГБ) СССР: Припятского, Днепровско-Донецкого, Каракумского, Волго-Уральского, Терско-Каспийского, Западно-Туркменского, Западно-Сибирского и Ангаро-Ленского. В результате чего был сделан вывод, что каждый бассейн отличается свойственной только

ему индивидуальностью изотопных показателей (концентрацией и интервалом распределения изотопов водорода и кислорода в водах, соотношением изотопов). Вместе с тем в пределах отдельных бассейнов и водоносных комплексов отмечаются близкие характеристики изотопных и гидрогеохимических показателей, свидетельствующие о сходных условиях их формирования. Ведущим процессом формирования глубоких подземных вод является смешение океанических (морских) вод с метеорными. Изотопный состав подземных вод осадочных бассейнов в основном сохраняет следы процессов, обусловивших сдвиги в их изотопном содержании, а наблюдаемые направленность и сдвиг определяются разделяющей способностью ведущих факторов. Отношение *D/H* как бы более надежно сохраняет информацию об исходной природе воды и условиях ее формирования. При постоянном и длительном контакте с вмещающими породами молекулы воды обогащаются тяжелыми изотопами, а вмещающие породы и растворенные вещества обедняются.

В течение 1969...1971 гг. организациями Гидрометеорологической службы СССР в пределах восьми административных областей Украинской и Молдавской ССР, а также Камчатской и Иркутской областей, Приморского края и Узбекской ССР, отбирались образцы атмосферных осадков для изучения распределения дейтерия и кислорода-18. Были определены среднесезонные, среднегодовые вариации содержания дейтерия и кислорода-18 в осадках, выявлена высокая корреляционная связь значений изотопов с температурой и слабая с влажностью и количеством выпадающих осадков. Результаты и основные выводы исследований представлены в монографии В.Е. Ветштейна 1982 г. [3].

Начиная с 1970 г., изотопная лаборатория ВСЕГИНГЕО тесно сотрудничает с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), выполняя ряд научных программ по использованию изотопных методов при решении различных гидрогеологических задач [12].

Для более надежной оценки взаимосвязи подземных водоносных горизонтов в пределах Ленинградской области впервые в СССР в комплекс традиционных гидрогеологических работ были включены изотопно-геохимические исследования [14]. В результате была количественно определена связь поверхностных и подземных вод. Содержание дейтерия и кислорода-18 в поверхностных водоемах в результате процессов неравновесного испарения практически всегда превышает концентрации этих изотопов в атмосферных осадках и водах поверхностного стока. Трансформация в количественном составе изотопов и в их соотношении служит естественной меткой, позволяющей судить о наличии или отсутствии подпитывания подземных вод из поверхностного водоема.

Изотопные методы применяли для решения задач, связанных с источниками и областями питания подземных вод, взаимосвязи водоносных горизонтов, изучения процессов смешения подземных вод и инфильтрации поверхностных вод в подземные [34, 45]. Одна из первых попыток установления областей питания подземных вод была предпринята в Исландии, по результатам которых была построена карта распределения изоконцентраций дейтерия [19, 31]. Подобные исследования проводились в Никарагуа, Австрии и Греции. Выявление областей питания путем интерпретации изотопных данных основывается на различии в изотопном составе атмосферных осадков, обусловленном процессами конденсации атмосферной влаги. Исследования по изучению взаимосвязи водоносных горизонтов [25] проводились в Алжире, Саудовской Аравии и Тунисе.

Исследования Тейлора, Омото и др. [16] по определению концентрации дейтерия и кислорода-18 в глубоких подземных водах седиментационных бассейнов в конце 70-х гг. показало следующее: в подземных условиях на стадии диагенеза осадочной толщи изотопный состав подземных вод также может изменяться. При температурах, повышенных по сравнению с поверхностными, происходит изотопный кислородный обмен подземных вод с водовмещающими породами, и концентрация кислорода-18 в подземных водах может возрастать. Концентрация дейтерия также не остается

постоянной, но ее изменение вследствие процессов обмена с гидроксидсодержащими минералами, например, глинистыми, выражено гораздо слабее, чем изменение изотопного состава кислорода, так как содержание кислорода в породах осадочной толщи более чем на порядок превосходит содержание водорода. По концентрациям дейтерия подземные воды, сингенетичные с осадочной толщей седиментационного бассейна, значительно отличаются от инфильтрационных метеогенных вод, поступающих в бассейн на континентальной стадии его существования.

В начале 80-х годов в Европе были начаты систематические исследования, направленные на определение изотопного состава приповерхностного водяного пара в региональном масштабе. Изотопный состав суточных образцов атмосферной влаги контролировался сетью нескольких станций на европейском континенте в период с 1980 по 1984 гг. (Schoch-Fischer et al., 1984). Одна сеть (Гейдельберг, Германия) продолжает изучение до настоящего времени (Jacob and Sonntag 1991, Agemar, 2001) и накопила уникальную запись с высоким разрешением о содержании изотопов кислорода и водорода (^{18}O и D) в атмосферных водяных парах, охватывающих более чем два десятилетия [32].

Технологический прогресс привел к улучшению масс-спектрометрического оборудования, но это, в свою очередь, привело к новым проблемам, связанным с выборкой и обработкой образцов. Появление масс-спектрометра (AMS) высокого разрешения позволило измерять очень низкие концентрации любого изотопа (вплоть до нескольких атомов), как стабильных, так и радиоактивных [8].

Российский ученый Ю.А. Федоров в конце 80-х начале 90-х гг. теоретически и экспериментально обосновал новое научное направление – изотопно-химический мониторинг природных вод, установил, что в региональном и глобальных масштабах в подземных и поверхностных водах наблюдается зональное распределение изотопного состава кислорода и водорода [18].

В 2000-х гг. активно велись исследования стабильных изотопов кислорода и водорода подземных вод на территории Кавказа, Тимана, Крыма, Карелии, Якутии, Западной Сибири и др. районов [1, 5, 6, 9, 11, 13, 15, 17, 40]. Данные по изотопному составу подземных и поверхностных вод на указанных территориях были представлены впервые или дополнены современными исследованиями. В результате установлены особенности распределения стабильных изотопов водорода и кислорода и определены условия формирования подземных вод.

В начале XXI века в ряде зарубежных стран было продолжено изучение формирования состава подземных вод методами изотопно-геохимического анализа, начатое в прошлом столетии. Результаты исследований позволили оптимизировать схему эксплуатации водозаборов подземных вод во Вьетнаме [33], обобщить данные по горячим источникам и их использованию во многих провинциях Китая [30, 41], определить геохимические процессы, контролирующие формирование состава подземных вод на территории США [27], оценить динамику подземных вод на сложных участках, представленными вулканическими островами Португалии [42], обобщить данные по подземным водам Финляндии, Индии, Франции, Мексики и других стран [28, 35, 36, 38].

На сегодняшний день в рамках МАГАТЭ одним из основных видов деятельности является содействие сотрудничеству между развивающимися странами, с целью оказания помощи в накоплении на местах экспертных знаний по использованию изотопных методов. Благодаря применению этого подхода были достигнуты значительные успехи в развитии таких экспертных знаний в Африке и Латинской Америке. Целью регионального проекта, осуществляемого в Кении, Мадагаскаре, Намибии, Южной Африке, Танзании, Уганде и Зимбабве является создание регионального потенциала для применения изотопных методов и изотопного анализа при проведении этими странами исследований ресурсов подземных вод. Результатом этого регионального проекта стало создание современной аналитической лаборатории в Университете Витватерсранда, Южная Африка, где к настоящему времени уже проделана большая работа для того, чтобы она стала самостоятельным аналитическим центром в этом регионе.

Страны, участвующие в этом региональном проекте, могут теперь включать изотопный анализ в рамки своих гидрологических исследований. Данные, собранные в ходе реализации этого проекта, используются также Танзанией при разработке планов защиты ее подземных вод. В осуществлении аналогичного регионального проекта в Латинской Америке принимают участие 30 учреждений в Колумбии, Коста-Рике, Парагвае, Перу, Уругвае, Чили и Эквадоре, которые используют теперь изотопные и обычные методы для сбора данных о системе водоносных горизонтов. Сообща эти учреждения работают над решением проблем дефицита воды и управления ресурсами в этом регионе.

Применение изотопных методов на территории Пермского края

Анализ литературы зарубежных и отечественных авторов показал, что среди большой массы работ, посвященных применению изотопных методов в гидрогеологии, сравнительно небольшое количество данных имеется для территории Пермского края.

С 1970-х гг. в течение двадцати лет Институт водных ресурсов РАН проводили исследования изотопного состава атмосферных осадков ($\delta^{18}O$ и $\delta^{2}H$, $\delta^{3}H$), выпавших на территории Перми. Данные внесены в базу Global Network of Isotopes in Precipitation (GNIP), созданную в 1961 г. по программе МАГАТЭ по водным ресурсам и Всемирной метеорологической организации, которые изучают стабильные изотопы водорода и кислорода и состав трития в осадках по всему миру [48].

С 2011 г. анализом изотопного состава воды с помощью метода лазерной ИК-спектроскопии на территории Пермского края в лабораторных и полевых условиях занимается Лаборатория гидрохимического анализа геологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ). Лаборатория оснащена уникальным оборудованием на уровне мировых научных центров [49].

В 2014 г. под руководством И.И. Минькевич был выполнен изотопный анализ воды подземных озер Кунгурской Ледяной пещеры. Выявлено, что по изотопному составу воды пещерных озер относятся к метеогенным, а повышенная минерализация, выявленная по химическому анализу воды, свидетельствует о выщелачивании вышележащих карстующихся пород [7].

С 2016 г. сотрудники Кунгурской лаборатории-стационара совместно с ПГНИУ (грант РФФИ №17-45-590369 р_а «Исследование формирования изотопного и химического состава природных вод на территории Пермского края») занимаются исследованием стабильных изотопов водорода и кислорода атмосферных осадков, речных вод, выходов подземных вод и подземных карстовых озер Северного и Среднего Урала.

Анализ литературы показал, что изотопная гидрогеология – быстро прогрессирующее и одно из самых молодых направлений, завоевавшее в последние 50 лет большую популярность за рубежом и в России. Методы изотопной масс-спектрометрии, которые в настоящее время широко используются в мире позволяют решить обширный круг проблем современной гидрогеохимии. Преимуществом применения изотопных методов является то, что исследуемые параметры могут быть оценены при использовании малого объема опробования в короткий промежуток времени. Комплексное использование гидрогеохимических и изотопных исследований имеет большой потенциал для получения более подробной гидрогеологической информации, необходимой для быстрой и эффективной оценки подземных ресурсов и осуществление прогнозирования, востребованного в практической деятельности.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 17-45-590369 «Исследование формирования изотопного и химического состава природных вод на территории Пермского края» (2017 г.).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Борисов В.Н. и др. Изотопный состав (H, O, Cl, Sr) подземных рассолов Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 3. С. 291-304.

2. Бродский А.И. Химия изотопов. М., 1957. 596 с.

3. Ветштейн В.Е. Изотопы кислорода и водорода природных вод СССР. Л.: Недра, 1982. 216 с.

4. Ветштейн В.Е., Артемчук В.Г., Альтшулер П.Г. Формирование изотопного состава пластовых вод нефтегазоносных бассейнов СССР // В кн.: Тезисы докладов УП Всесоюзного симпозиума по стабильным изотопам в геохимии. М., ГЕОХИ АН СССР, 1978. С. 128-129.

5. Дублянский Ю.В., Климчук А.Б., Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Шпётль К. Изотопный состав атмосферных осадков и карстовых источников северо-западного склона Крымских гор // Спелеология и карстология. 2012. № 9. С. 14-21.

6. Каюкова Е.П. Использование стабильных изотопов для оценки элементов водного баланса // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2013. Вып. 4. С. 53-61.

7. Килин Ю.А., Минькевич И.И. и др. Гидрогеологическая обстановка района Кунгурской Ледяной пещеры // Пещеры: сб. научн. тр. Пермь: Естественно-научн. Ин-т Перм. гос. Нац. Иссл. Ун-та, 2014. Вып. 37. С. 148.

8. Маринов Н.А. Гидрогеологические исследования за рубежом. М.: Недра, 1982. 428 с.

9. Митюшева Т.П. Изотопный состав подземных вод пермских отложений южного Тимана и Притиманья // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Сб. науч. статей. Перм. Ун-т. Пермь, 2014. Вып. 17. С. 255-265.

10. Пейн Б.Р. Методы изотопной гидрологии – практическое решение водных проблем // Бюллетень МАГАТЭ. 1982. Т. 24. №3. С. 9-12.

11. Пиннекер Е.В., Борисов В.Н., Кустов Ю.И. и др. Новые данные об изотопном составе кислорода и водорода рассолов Сибирской платформы // Водные ресурсы. 1987. № 3 С. 105-115.

12. Поляков В.А., Батова Э.А., Бобков А.Ф., Дубинчук В.Т., Пятницкий Н.В. Результаты изотопных исследований гидрогеологических и гидрологических объектов // Разведка и охрана недр. 2009. №9. С. 61-64.

13. Поляков В.А., Соколовский Л.Г. Генезис и динамика минеральных вод Кавказа по результатам изотопно-геохимических исследований. М.: Геоинформмарк, 2003.

14. Соботович Э.В., Бондаренко Г.Н., Ветштейн В.Е. и др. Изотопно- геохимические методы оценки степени взаимосвязи подземных и поверхностных вод. Киев: Наукова думка, 1977. 154 с.

15. Соколовский Л.Г., Поляков В.А. и др. Изотопно-гидрогеохимическое изучение подземных и поверхностных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна и Уральской сложной гидрогеологической складчатой области // Разведка и охрана недр. 2010. С. 65-71.

16. Тейлор Х.П. Применение изотопии кислорода и водорода к проблемам гидротермального изменения вмещающих пород и рудообразования // В кн.: Стабильные изотопы и проблемы рудообразования. М.: Мир, 1977. С. 213-298.

17. Токарев И.В., Бородулина Г.С. и др. Исследование подземных вод в отдельных районах Карелии изотопно-геохимическими методами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. 2008. Вып. 2.

18. Федоров Ю.А. Изотопный состав поверхностных и подземных вод и его формирования под влиянием естественных и антропогенных процессов: автореф. дис. … док. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 1992.

19. Arnason B. Hydrothermal systems in Iceland traced by deuterium. Geothermics, 1976, Vol. 5. P. 125-151.

20. Craig H. Isotopic composition and origin of the Red Sea and Salton Sea geothermal brines. Science, 1966. Vol. 154. P. 1544-1548.

21. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science. 1961. №133 (3465). P. 1702-1703.

22. Craig H. and Gordon L. I. Stable Isotopes in Oceanographic Studies and Paleotemperatures. Pisa, 1965. 131 p.

23. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation // Tellus. 1964. XVI. P. 436-468.

24. Dansgaard W. The O18-abundance in fresh water // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1954. Vol. 6. Issues 5–6. P. 241-260.

25. Deak J. Environmental isotopes and water chemical studies for grondwater researche in Hungary. In: Isotope Hydrology. Proc. Symp. IAEA, 1979. Vol. 1. P. 221-247.

26. Ferrara G.C., Gonfiantini R., Panichi C. La composizione isotopica della vapore de alcuni soffioni di Larderello e della'aqua di alkune sorgenti e moffete della Toscana. In: Atti. soc. tosc. sci. nat., 1965. Vol. 75. P. 570-588.

27. Hackley K.C., Panno S.V., Anderson T.F. Chemical and isotopic indicators of groundwater evolution in the basal sands of a buried bedrock valley in the midwestern United States: Implications for recharge, rock-water interactions, and mixing // Bulletin of the Geological Society of America. 2010. Vol. 122. (7-8). P. 1047-1066.

28. Julián González Identifying Groundwater Recharge Sites through Environmental Stable Isotopes in an Alluvial Aquifer // Water. 2017. Vol. 9. # 569.

29. Knauth L.P., Lowe D R. Oxygen isotope geochemistry of cherts from the Overwacht Group (3.4 billion years), Transvaal, South Afrika, with implication for secular variations in isotope composition of cherts // Earth and Planet. Sci. Lett. 1978. Vol. 41. P. 209- 222.

30. Li, X., Shi, W., Sun, Z., Zhou, W., and Zhang, W.: An oxygen and hydrogen study of thermal springs of Jiangxi province, southeastern China. IAEA Research Contract Report. 1993. 42 p.

31. Mazor E. The Ram Crater Lake. A note on the revival of a 2000-year old groundwater tracing experiments. In: Interp. of environm. isotope and hydrochemical data in groundwater hydrology. Proc. Adv. Group Meeting IAEA, 1976. P. 179-181.

32. Metanie J. Leng Isotopes in Palaeoenvironmental Research. UK. 2006. Vol. 10. 307 p.

33. Nguyen D.T., Lam H.Q.V. Using isotope hydrology method to determine the origin of ground water sources in the middle-Pliocene aquifer in the Mekong Delta, Vietnam // International conference on clean water, air & soil (Clean WAS 2017). Bangkok, Thailand, 2017.

34. Payne B.R., Schroeter P. Importance of infiltration from the Chimbo River in Equador to ground water: A study on enveronmental isotope varia-tions. In: Isotope Hydrology, Proc. Symp. IAEA. 1979. Vol. 1. P. 145-156.

35. Pierre Séraphin and etc. Partitioning groundwater recharge between rainfall infiltration and irrigation return flow using stable isotopes: The Crau aquifer // Journal of Hydrology. 2016. Vol. 542. P. 241-253.

36. Riikka Kietäväinen. Deep Groundwater Evolution at Outokumpu, Eastern Finland: From Meteoric Water to Saline Gas-Rich Fluid. Espoo, Finland, 2017.

37. Rozanski K, Araguas-Araguas L, Gonfiantini R Isotopic patterns in modern global precipitation. In: Swart PK, Lohmann KC, McKenzie J, Savin S (eds) Climate change in continental isotopic records. American Geophysical Union, Geophys Monogr. 1993. Vol. 78. P. 1-36.

38. Shahul Hameed A., T.R. Resmi and etc. Isotopic characterization and mass balance reveals groundwater recharge pattern in Chaliyar river basin, Kerala, India // Journal of Hydrology: Regional Studies. 2015. Vol. 4. Part A. P. 48-58.

39. Sharp Zachary Principles of stable isotope geochemistry. New Jersey, 2007. 344 pp.

40. Shouakar-Stash O., Alexeev S.V., Frape S.K., Alexeeva L.P. et al. Geochemistry and stable isotopic signatures, including chlorine and bromine isotopes of the deep groundwaters, of the Siberian platform, Russia // Applied Geochemistry. 2007. Vol. 22. Issue 3. P. 589-605.

41. Sun, Z.X, Li, X.L.: Studies of geothermal waters in Jiangxi Province using isotope techniques. Science in China (series E). 2001. Vol. 44S. P. 144-150.

42. Susana Prada and etc. Using stable isotopes to characterize groundwater recharge sources in the volcanic island of Madeira, Portugal // Journal of Hydrology. 2016. Vol. 536. P. 409-425.

43. Theodorsson P. Natural tritium in groundwater studies // Isotope in Hydrology. Proc Symp. IAEA. 1967. P. 371-380.

44. Urey H. C., Brandner J. D. Kinetics of the isotopic exchange reaction between carbon monoxide and carbon dioxide. J. Chem. Phys. Vol. 13. P. 351-362.

45. Vinograd J., Friedman. Deuterium as a tracer of regional ground- water flow, Southern Great basin, Nevada a47nd California. Bull. Geol. Soc. America. 1972. Vol. 83. P. 3691-3708.

46. Vogel J. C., Enhalt D. The use of the carbon isotopes in groundwater studies. In: Radioisotopes in Hydrology, Proc. Symp. IAEA. 1963. P. 383-395.

47. Yurtsever Y, Gat JR Atmospheric waters. In: Gat JR, Gonfiantini R. (eds) Stable Isotope Hydrology: Deuterium and oxygen-18 in the water cycle. IAEA Tech Rep Ser. 1981. Vol. 210. P. 103-142.

48. http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_gnip.html

49. http://www.psu.ru/fakultety/geologicheskij-fakultet/kafedry/kafedra-dinamicheskoj-geologii-i-gidrogeologii/nauchno-issledovatelskaya-deyatelnost-kafedry

50. http://isohis.iaea.org

REFERENCES

1. Alekseev S.V., Alekseeva L.P., Borisov V.N. i dr. Izotopnyj sostav (H, O, Cl, Sr) podzemnyh rassolov Sibirskoj platformy // Geologiya i geofizika. 2007. T. 48. № 3. S. 291-304.

2. Brodskij A.I. Himiya izotopov. M., 1957. 596 s.

3. Vetshtejn V.E. Izotopy kisloroda i vodoroda prirodnyh vod SSSR. L.: Nedra, 1982. 216 s.

4. Vetshtejn V.E., Artemchuk V.G., Al'tshuler P.G. Formirovanie izotopnogo sostava plastovyh vod neftegazonosnyh bassejnov SSSR // V kn.: Tezisy dokladov UP Vsesoyuznogo simpoziuma po stabil'nym izotopam v geohimii. M.: GEOHI AN SSSR, 1978. S. 128-129.

5. Dublyanskij YU.V., Klimchuk A.B., Amelichev G.N., Tokarev S.V., SHpyotl' K. Izotopnyj sostav atmosfernyh osadkov i karstovyh istochnikov severo-zapadnogo sklona Krymskih gor // Speleologiya i karstologiya. 2012. № 9. S. 14-21.

6. Kayukova E.P. Ispol'zovanie stabil'nyh izotopov dlya ocenki ehlementov vodnogo balansa // Vestnik SPbGU. Ser. 7. 2013. Vyp. 4. S. 53-61.

7. Kilin YU.A., Min'kevich I.I. i dr. Gidrogeologicheskaya obstanovka rajona Kungurskoj Ledyanoj peshchery // Peshchery: sb. nauchn. tr. Perm': Estestvenno-nauchn. In-t Perm. gos. Nac. Issl. Un-ta, 2014. Vyp. 37. S. 148.

8. Marinov N.A. Gidrogeologicheskie issledovaniya za rubezhom. M.: Nedra, 1982. 428 s.

9. Mityusheva T.P. Izotopnyj sostav podzemnyh vod permskih otlozhenij yuzhnogo Timana i Pritiman'ya // Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Sb. nauch. statej. Perm. Un-t. Perm', 2014. Vyp. 17. S. 255-265.

10. Pejn B.R. Metody izotopnoj gidrologii – prakticheskoe reshenie vodnyh problem // Byulleten' MAGATEH. 1982. T. 24. №3. S. 9-12.

11. Pinneker E.V., Borisov V.N., Kustov YU.I. i dr. Novye dannye ob izotopnom sostave kisloroda i vodoroda rassolov Sibirskoj platformy // Vodnye resursy. 1987. № 3 S. 105-115.

12. Polyakov V.A., Batova Eh.A., Bobkov A.F., Dubinchuk V.T., Pyatnickij N.V. Rezul'taty izotopnyh issledovanij gidrogeologicheskih i gidrologicheskih ob"ektov // Razvedka i ohrana nedr. 2009. №9. S. 61-64.

13. Polyakov V.A., Sokolovskij L.G. Genezis i dinamika mineral'nyh vod Kavkaza po rezul'tatam izotopno-geohimicheskih issledovanij. M.: Geoinformmark, 2003.

14. Sobotovich Eh.V., Bondarenko G.N., Vetshtejn V.E. i dr. Izotopno- geohimicheskie metody ocenki stepeni vzaimosvyazi podzemnyh i poverhnostnyh vod. Kiev: Naukova dumka, 1977. 154 s.

15. Sokolovskij L.G., Polyakov V.A. i dr. Izotopno-gidrogeohimicheskoe izuchenie podzemnyh i poverhnostnyh vod Zapadno-Sibirskogo artezianskogo bassejna i Ural'skoj slozhnoj gidrogeologicheskoj skladchatoj oblasti // Razvedka i ohrana nedr. 2010. S. 65-71.

16. Tejlor X.P. Primenenie izotopii kisloroda i vodoroda k problemam gidrotermal'nogo izmeneniya vmeshchayushchih porod i rudoobrazovaniya // V kn.: Stabil'nye izotopy i problemy rudoobrazovaniya. M.: Mir, 1977. S. 213-298.

17. Tokarev I.V., Borodulina G.S. i dr. Issledovanie podzemnyh vod v otdel'nyh rajonah Karelii izotopno-geohimicheskimi metodami // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 7. 2008. Vyp. 2.

18. Fedorov YU.A. Izotopnyj sostav poverhnostnyh i podzemnyh vod i ego formirovaniya pod vliyaniem estestvennyh i antropogennyh processov: avtoref. dis. … dok. geogr. nauk. Rostov-na-Donu, 1992.

19. Arnason V. Hydrothermal systems in Iceland traced by deuterium. Geothermics, 1976, Vol. 5. S. 125-151.

20. Craig H. Isotopic composition and origin of the Red Sea and Salton Sea geothermal brines. Science, 1966. Vol. 154. P. 1544-1548.

21. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // Science. 1961. №133 (3465). P. 1702-1703.

22. Craig H. and Gordon L. I. Stable Isotopes in Oceanographic Studies and Paleotemperatures. Pisa, 1965. 131 p.

23. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation // Tellus. 1964. XVI. P. 436-468.

24. Dansgaard W. The O18-abundance in fresh water // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1954. Vol. 6. Issues 5–6. P. 241-260.

25. Deak J. Environmental isotopes and water chemical studies for grondwater researche in Hungary. In: Isotope Hydrology. Proc. Symp. IAEA, 1979. Vol. 1. P. 221-247.

26. Ferrara G.C., Gonfiantini R., Panichi C. La composizione isotopica della vapore de alcuni soffioni di Larderello e della'aqua di alkune sorgenti e moffete della Toscana. In: Atti. soc. tosc. sci. nat., 1965. Vol. 75. P. 570-588.

27. Hackley K.C., Panno S.V., Anderson T.F. Chemical and isotopic indicators of groundwater evolution in the basal sands of a buried bedrock valley in the midwestern United States: Implications for recharge, rock-water interactions, and mixing // Bulletin of the Geological Society of America. 2010. Vol. 122 (7-8). P. 1047-1066.

28. Julián González Identifying Groundwater Recharge Sites through Environmental Stable Isotopes in an Alluvial Aquifer // Water. 2017. Vol. 9. # 569.

29. Knauth L.P., Lowe D R. Oxygen isotope geochemistry of cherts from the Overwacht Group (3.4 billion years), Transvaal, South Afrika, with implication for secular variations in isotope composition of cherts // Earth and Planet. Sci. Lett. 1978. V. 41. P. 209- 222.

30. Li, X., Shi, W., Sun, Z., Zhou, W., and Zhang, W.: An oxygen and hydrogen study of thermal springs of Jiangxi province, southeastern China. IAEA Research Contract Report. 1993. 42 p.

31. Mazor E. The Ram Crater Lake. A note on the revival of a 2000-year old groundwater tracing experiments. In: Interp. of environm. isotope and hydrochemical data in groundwater hydrology. Proc. Adv. Group Meeting IAEA, 1976. P. 179-181.

32. Metanie J. Leng Isotopes in Palaeoenvironmental Research. UK. 2006. Vol. 10. 307 p.

33. Nguyen D.T., Lam H.Q.V. Using isotope hydrology method to determine the origin of ground water sources in the middle-Pliocene aquifer in the Mekong Delta, Vietnam // International conference on clean water, air & soil (Clean WAS 2017). Bangkok, Thailand, 2017.

34. Payne V.R., Schroeter P. Importance of infiltration from the Chimbo River in Equador to ground water: A study on enveronmental isotope variations. In: Isotope Hydrology, Proc. Symp. IAEA. 1979. Vol. 1. P. 145-156.

35. Pierre Séraphin and etc. Partitioning groundwater recharge between rainfall infiltration and irrigation return flow using stable isotopes: The Crau aquifer // Journal of Hydrology. 2016. Vol. 542. P. 241-253.

36. Riikka Kietäväinen. Deep Groundwater Evolution at Outokumpu, Eastern Finland: From Meteoric Water to Saline Gas-Rich Fluid. Espoo, Finland, 2017.

37. Rozanski K, Araguas-Araguas L, Gonfiantini R Isotopic patterns in modern global precipitation. In: Swart PK, Lohmann KC, McKenzie J, Savin S (eds) Climate change in continental isotopic records. American Geophysical Union, Geophys Monogr. 1993. Vol. 78. P. 1-36.

38. Shahul Hameed A., T.R. Resmi and etc. Isotopic characterization and mass balance reveals groundwater recharge pattern in Chaliyar river basin, Kerala, India // Journal of Hydrology: Regional Studies. 2015. Vol.4. Part A. P. 48-58.

39. Sharp Zachary Principles of stable isotope geochemistry. New Jersey, 2007. 344 p.

40. Shouakar-Stash O., Alexeev S.V., Frape S.K., Alexeeva L.P. et al. Geochemistry and stable isotopic signatures, including chlorine and bromine isotopes of the deep groundwaters, of the Siberian platform, Russia // Applied Geochemistry. 2007. Vol. 22. Issue 3. Pp. 589-605.

41. Sun, Z.X, Li, X.L.: Studies of geothermal waters in Jiangxi Province using isotope techniques. Science in China (series E). 2001. Vol. 44S. P. 144-150.

42. Susana Prada and etc. Using stable isotopes to characterize groundwater recharge sources in the volcanic island of Madeira, Portugal // Journal of Hydrology. 2016. Vol. 536. P. 409-425.

43. Theodorsson P. Natural tritium in groundwater studies // Isotope in Hydrology. Proc Symp. IAEA. 1967. P. 371-380.

44. Urey H. C., Brandner J. D. Kinetics of the isotopic exchange reaction between carbon monoxide and carbon dioxide. J. Chem. Phys. Vol. 13. P. 351-362.

45. Vinograd J., Friedman. Deuterium as a tracer of regional ground- water flow, Southern Great basin, Nevada a47nd California. Bull. Geol. Soc. Ame¬rica. 1972. Vol. 83. P. 3691-3708.

46. Vogel J. C., Enhalt D. The use of the carbon isotopes in groundwater studies. In: Radioisotopes in Hydrology, Proc. Symp. IAEA. 1963. P. 383-395.

47. Yurtsever Y, Gat JR Atmospheric waters. In: Gat JR, Gonfiantini R. (eds) Stable Isotope Hydrology: Deuterium and oxygen-18 in the water cycle. IAEA Tech Rep Ser. 1981. Vol. 210. P. 103-142.

48. http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_gnip.html

49. http://www.psu.ru/fakultety/geologicheskij-fakultet/kafedry/kafedra-dinamicheskoj-geologii-i-gidrogeologii/nauchno-issledovatelskaya-deyatelnost-kafedry

50. http://isohis.iaea.org

HISTORY OF ISOTOPE RESEARCH IN HYDROGEOLOGY

Kazantseva A.S.

Annotation: this article presents key historical events related to the development and application of isotope methods in the field of hydrogeology from the beginning of the discovery of water isotopes to the present stage, at the world level and in the Perm region.

Key words: isotope methods in hydrogeology, history of use, hydrogeological studies, world studies, isotope studies in the Perm region.

© Казанцева А.С., 2018

Казанцева А.С. История изотопных исследований в гидрогеологии // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 11-22.

Kazantseva A.S., 2018. History of isotope research in hydrogeology. Vector of Geosciences. 1(3): 11-22.

УДК 552.22

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ПРИЗНАКАМ ИХ СТРОЕНИЯ

Редькин Геннадий Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, gm.redkin@mail.ru

Красюкова Елена Игоревна – старший преподаватель кафедры высшей математики, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, krasyukovae@yandex.ru

Овчарова Наталья Владимировна – ведущий инженер кафедры высшей математики, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Kochetckov.volodya@yandex.ru

Аннотация: в статье рассмотрено структурно-текстурное строение горных пород, в зависимости от условий их образования. Это три главнейшие генетические группы: магматические, осадочные и метаморфические породы. Кроме того, приведен установленный в строительном материаловедении закон конгруэнции, из которого следует индуцирование свойств компонентов системы в свойства конгломератов, строительных и дорожно-строительных материалов. Построенная классификации горных пород по их базовым физическим свойствам в силу закона конгруэнции дает возможность систематизированного изучения и прогнозирования свойств, не только горных пород, но и строительных, и дорожно-строительных материалов.

Ключевые слова: материаловедение, закон конгруэнции, минералы, горная порода, структура, текстура, классификация.

Введение.

Эффективные технологии рационального использования горных пород в промышленности строительных и дорожно-строительных материалов возможны в том случае, когда они базируются на изученности свойств горных пород [1...3].

Основными признаками, определяющими свойства пород, являются их минералогический состав и строение [4]. В строительном материаловедении И.А. Рыбьевым [5] установлен закон конгруэнции, заключающийся в индуцировании свойств компонентов системы в свойства конгломератов, строительных и дорожно-строительных материалов на их основе.

Классификация горных пород по базовым физическим свойствам дает возможность систематизированного их изучения и способствует прогнозированию свойств. В силу же закона конгруэнции данная классификация может быть положена в основу систематизированного изучения и прогнозирования свойств конструируемых строительных и дорожно-строительных материалов. Ниже рассмотрим генезис, строение, анизотропию горных пород и их классификацию по признакам строения.

Основная часть. *Горные породы.* Горные породы образовывались в недрах Земли и на ее поверхности в результате, соответственно, эндогенных и экзогенных геологических процессов.

Под действием экзогенных процессов, включающих: дезинтеграцию, перенос, накопление осадочных масс и их литификацию, сформировались осадочные породы.

Магматические же и метаморфические породы индуцированы эндогенными геологическими процессами. Так, при плавлении пород образуется флюидно-силикатный расплав – магма, кристаллизация которой приводит к формированию магматических горных пород. А высокое давление, температура, горячие газоводяные растворы в земных недрах способствуют преобразованию магматических горных пород в метаморфические.

Кроме того, при погружении на глубину, осадочные, вулканогенно-осадочные породы уплотняются, литифицируются и, изменяясь, переходят в метаморфические горные породы.

В свою очередь, попадая на поверхность, магматические и метаморфические горные породы подвергаются процессам выветривания с последующим их переходом в осадочные горные породы [3].

Из изложенного выше следует, что горные породы являются продуктом целого комплекса сложных физико-химических природных процессов и представляют собой устойчивые формы парагенетических минеральных агрегатов определенного состава и строения, залегающие в земной коре в виде самостоятельных тел.

В свою очередь, минералы представляют природные химические соединения однородные по своему составу, внутреннему строению и физическим свойствам. Минералы являются химическими соединениями элементов, а горные породы-механическими соединениями минералов [4].

Известны около 3000 различных твердых, жидких и газообразных минералов, из которых порядка 30, так называемых породообразующих, участвуют в образовании горных пород. Наиболее распространены полевые шпаты – натриевые, калиевые и кальциевые алюмосиликаты, составляющие 60 % верхней части земной коры, амфиболы и пироксены – 17 %, кварц – 12 % и слюды – 3,8 % [4].

Горные породы отличаются не только по минеральному составу, но и по строению, которое объединяет понятия структуры и текстуры. Структура горных пород отражает зернистость и определяется формой, размерами минеральных составляющих – минеральных зерен, минеральных агрегатов, включений. При описании строения пород выделяют структуры: крупно-, средне-, мелкозернистые, афанитовые, скрытокристаллические, стекловатые, порфировые, лепидо-, немато-, грано-, бластовые и др.

Пространственное взаиморасположение минеральных зерен, составляющих горную породу, определяют текстуры, из которых отметим наиболее типичные: массивную, пористую, слоистую, полосчатую, сланцеватую.

Анизотропные горные породы

Анизотропией (от греч. *Anisos* – неравный и *tropos* – направление) называют различие тех или иных свойств среды в разных направлениях. Поэтому тела, материалы, горные породы, обладающие различными свойствами в различных направлениях, называют анизотропными.

Анизотропия горных пород связана прежде всего с особенностями их структурно-текстурного строения, которое находится в причинной зависимости от формирующихся их генетических процессов в земной коре и воздействия внешних факторов: тектонических движений, деформаций и дислокаций земной коры, выветривания, седиментации, давления, температурных колебаний.

Осадочные породы представлены известняками, песчаниками, глинами, трепелами, ископаемыми углями и др. Одним из основных признаков их строения является слоистость, которая сформировалась в результате диагенеза путем выветривания материнской породы, транспортировки, седиментации, литификации стратифицированных слоистых толщ в условиях относительно низких температур и давлений.

Магматические породы – граниты, диориты, базальты, габбро и др. возникли из магмы при остывании последней. Слоистость в них практически отсутствует. Если магма затвердела на глубине, внутри земной коры, то образовались породы интрузивные (глубинные) с полнокристаллической структурой и чаще всего массивной текстурой. Если магма затвердела на земной поверхности в результате излияния, то породы будут эффузивные (излившиеся), неполнокристаллические, стекловатой или скрытокристаллической структуры. Текстура излившихся пород чаще всего флюидальная со следами течения. Если движение магмы продолжалось в период и после процесса кристаллизации, то развивались такие текстурные особенности породы, как флюидальность, полосчатость и линейная ориентировка породообразущих минералов. Если при своем движении магма захватывала и ассимилировала чужеродные породы, то обломки, преимущественно мелкие, вытягивались в направлении движения, образуя шлировую полосчатость [3].

Отличительной особенностью происхождения метаморфических горных пород, представленных: кварцитами, гнейсами, кристаллическими сланцами, мраморами и др., является их одностороннее давление (стресс) в условиях высоких температур и циркулирующим по трещинам и порам горячих растворов.

Это приводит к взаимному расположению пластинчатых, чешуйчатых и игольчатых минералов, а также к деформации габитуса изометрических кристаллов и формированию тем самым, в основном, сланцеватых, слоистых и полосчатых текстур. При этом геолого-структурные элементы – зерна, минералы, минеральные агрегаты упорядочено располагаются по слоистости, сланцеватости, флюидальности, трещиноватости.

Таким образом структуры: лепидо-, немато-, гранобластовые и текстуры: слоистая, сланцеватая, полосчатая, флюидальная, характеризующие рассмотренные выше виды осадочных пород, магматических и метаморфических пород, индуцируют анизотропию физико-механических параметров данных пород.

Классификация горных пород по признакам строения

Минеральный состав, стуктурно-текстурное строение, связи между минеральными зернами – это основные характеристики горных пород и строительных материалов, от которых зависят их физические, механические и технологические свойства.

По характеру связей между минеральными зернами выделяют следующие типы пород: твердые (скальные и полускальные) породы, представленные гранитами, диабазами, песчаниками, гнейсами и др., связи между минеральными зернами которых сильные; связные (глинистые) породы – глины, суглинки, бокситы с водно-коллоидными связями между частицами; рыхлые (раздельно-зернистые) породы – механические смеси несвязанных между собой минеральных зерен, например: песок, гравий, галечник.

Далее, в зависимости от формы и размеров зерен, составляющих породу, от степени их отсортированности, сцементированности и уплотненности делят породы на пористые и практически непористые. Кроме того, горные породы рассматривают как системы: статистические, определяемые однородным распределением минералов и матричные, когда в основной каркас породы вкраплены минеральные включения.

Строение систем оценивают по размерам и формам зерен, пустот (пор), включений и выделяют изотропные и анизотропные породы. Изотропные породы характеризуются формами зерен, пустот и включений, близкими к шару, а анизотропные породы – вытянутыми формами, причем вытянутость может быть в одном направлении (линейная) – типа прожилковатости, либо в двух (плоскостная) – типа слоистости.

Классификацию горных пород по рассмотренным признакам их строения приведем в табл.

Таблица

Классификация пород по признакам строения

<table>
<tr><td rowspan="3">Скальные</td><td rowspan="2">непористые</td><td>Статистические и матричные</td><td colspan="2">Матричные</td></tr>
<tr><td rowspan="2">изотропные</td><td colspan="2">анизотропные</td></tr>
<tr><td>слоистые</td><td>прожилковатые</td></tr>
<tr><td>1,1</td><td>1,2</td><td>1,3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Связные и рыхлые</td><td>пористые</td><td>2,1</td><td>2,2</td><td>2,3</td></tr>
<tr><td colspan="2">3,1</td><td>3,2</td><td>3,3</td></tr>
</table>

Классификация представляет таблицу с двумя входами, имеющую i строк и k столбцов ($i, k = 1, 2, 3$), где i и k номера соответственно строк и столбцов. Номер строки i указывает на характер связности между минеральными зернами породы и ее пористость. Номер столбца k характеризует размеры и формы зерен, пустот, включений, т.е. строение породы. Пересечение i-ой строки с k –ым столбцом определяет тип i, k горной породы, которому отвечают совокупность характеристик, принадлежащих i-ой строке и k-му столбцу.

Заключение. Анизотропные горные породы типов 1.2, 2.2, 3.2, 1.3, 2.3, 3.3 (табл.) в том числе и метаморфические сланцы широко распространены в недрах земли, они ассоциируют с железисто-кремнистыми породами и являются вмещающими горными породами многих месторождений железных руд метаморфогенного типа. Только на месторождениях КМА их разведано порядка 1 млрд.

Более 80 % железорудных месторождений разрабатывают открытым способом, при котором попутно извлекают вмещающие породы и складируют их в отвалы, которые выводят из сельскохозяйственного оборота значительные площади плодородных

земель, загрязняют окружающую среду, портят ландшафт, требуют больших затрат на их устройство и содержание.

В свете изложенного, особую актуальность приобретает проблема рационального и эффективного использования попутно добываемых анизотропных горных пород и, в частности, метаморфических сланцев в строительной индустрии при производстве бетонов, асфальтобетонов, оснований дорожных одежд, силикатного кирпича, строительного щебня и других строительных и дорожно-строительных материалов. Однако решение данной проблемы возможно лишь на основе всестороннего изучения и математического описания физико-механических и технологических свойств.

Приведенная классификация способствует систематизированному изучению и прогнозированию свойств горных пород, которые, согласно закону конгруэнции, индуцируются в строительные и дорожно-строительные материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Редькин Г.М. Моделирование анизотропии свойств горно-строительных объектов. Методы математического моделирования. Saarbuken: LAP Lambert, 2012. 548 с.

2. Гридчин А.М. Повышение эффективности дорожного строительства путем использования анизотропного сырья. М.: Изд-во АСВ, 2006. 486 с.

3. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд-во АСВ, 2006. 526 с.

4. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1973. 286 с.

5. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. М.: Высш. шк., 2002. 701 с.

REFERNCES

1. Red'kin G.M. Modelirovanie anizotropii svojstv gorno-stroitel'nyh ob"ektov. Metody matematicheskogo modelirovaniya. Saarbuken: LAP Lambert, 2012. 548 s.

2. Gridchin A.M. Povyshenie ehffektivnosti dorozhnogo stroitel'stva putem ispol'zovaniya anizotropnogo syr'ya. M.: Izd-vo ASV, 2006. 486 s.

3. Lesovik V.S. Povyshenie ehffektivnosti proizvodstva stroitel'nyh materialov s uchetom genezisa gornyh porod. M.: Izd-vo ASV, 2006. 526 s.

4. Rzhevskij V.V., Novik G.YA. Osnovy fiziki gornyh porod. M.: Nedra, 1973. 286 s.

5. Ryb'ev I.A. Stroitel'noe materialovedenie. M.: Vyssh. shk., 2002. 701 s.

ROCK MATERIALS CLASSIFICATION ACCORDING TO THEIR STRUCTURE

Redkin G.M., Krasyukova E.I.,Ovcharova N.V.

Annotation: the article deals with structural and textural composition of rock materials, depending on their formation conditions. There are three main genetic groups: magmatic, sedimentary and metamorphic rocks. Besides, the congruence law, established in building materials science, is presented, which provides for the induction of system components' properties to the properties of conglomerates, including building and road-building materials. The suggested classification of rocks according to their basic physical properties and due to the congruence law allows systematized studying and forecasting not only the properties of rocks, but also of building and road-building materials.

Key words: materials science, congruence law, minerals, rock, structure, texture, classification.

© Редькин Г.И., Красюкова Е.И., Овчарова Н.В., 2018

Редькин Г.И., Красюкова Е.И., Овчарова Н.В. Классификация горных пород по признакам их строения // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 23-26.

Redkin G.M., Krasyukova E.I.,Ovcharova N.V., 2018. Rock materials classification according to their structure. Vector of Geosciences. 1(3): 23-26.

УДК 55(479.24)

ЗОНЫ ГЕНЕРАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЙОНЕ МЕЖДУРЕЧЬЯ КУРЫ И ГАБЫРРЫ (АЗЕРБАЙДЖАН)

Магеррамов Бакир Исмаил оглы – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий лабораторией «Анализ результатов поисково-разведочных работ и обоснования бурения скважин» НИПИ "Нефтегаз" SOCAR, bakir.maharramov@socar.az

Аббасов Гасым Аббас оглы – магистр, ст. научный сотрудник лаборатории «Гидрогеология и гидрохимия» НИПИ "Нефтегаз" SOCAR, abbasov.qasim@gmail.com

Асланов Бахрам Шахин оглы – студент 2-го курса магистратуры, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, bsaslanov@gmail.com

Аннотация: на большей части территории района междуречья Куры и Габырры отложения верхнего мела достигли основного этапа нефтеобразования (МК2...МК3). Вдоль по разрезу снизу-вверх основная зона нефтеобразования постепенно сужается и является минимальной в отложениях среднего эоцена и майкопа. Отложения верхнего эоцена и майкопа расположены на локальных участках зоны нефтеобразования. Изучение углеводородных свойств этих отложений показывает, что органическими веществами и битуминоидами наиболее изобилуют отложения майкопа, а наименьшее содержание их отмечается в отложениях мела. По степени зрелости отложения чокрака и майкопа являются наименее зрелыми. Несмотря на то, что в эоценовых отложениях степень зрелости органических веществ выше чем в отложениях майкопа, они не выходят за пределы стадии протокатагенеза. Степень зрелости отложений мела значительно выше, чем степень зрелости эоценовых отложений, и соответствует началу стадии углеобразования.

В результате проведенных исследований было выявлено два основных направления миграции по отложениям верхнего мела и эоцена. Одно из них – это миграция от севера на юг в северо-западной части района. В данном направлении расположены структуры Дамиртапа-Удабно, Саджаг, Джахандар и Молладаг. Второе направление миграции расположено на северо-востоке юго-восточной части района и направлено с севера к структурам Агтепе, Боюк Палантокян, Коллуг, Гюрзюндаг, Кичик Палантокян и Тарсдалляр. Флюиды, мигрирующие в этих направлениях, имели возможность аккумулироваться в антиклинальных и неантиклинальных ловушках, встречающихся на их пути.

Палеоструктурные исследования указывают на то, что на территории района междуречья Куры и Габырры имелись соответствующие условия для образования наряду с антиклинальными залежами также и неантиклинальных залежей. В отложениях среднего эоцена залежи структурно-литологического типа, в основном, могут образовываться на северо-восточных крыльях палеоструктур. Долины древних рек, прослеженные на определенном расстоянии по данным сейсмической съемки, имели условия благоприятные для образования литологических и палеогеоморфологических типов залежей, а в ловушках, ограничивающихся региональными и некоторыми локальными разломами – тектонически экранированных залежей.

Ключевые слова: геология, тектоника, литология, литофация, структура, поднятие, антиклиналь, синклиналь, надвиг, отложение, Мезозой, Эоцен, Кайнозой, Палеоген-Миоцен, Майкоп.

Одним из основных факторов при изучении перспективности отложений в нефтегазоносных районах и при определении перспективных направлений поисковых работ в будущем, является изучение зон генерации углеводородов в осадочных бассейнах. В данной работе мы попытались по возможности определить зоны генерации углеводородов посредством изучения палеогеологии осадочного бассейна, существовавшего в данном районе.

Палеоструктурное положение поверхности отложений верхнего мела по отношению к концу Эоцена, Майкопа и Миоцена (рис. 1...3) указывает на то, что на юго-востоке нефтегазоносного района междуречья Куры и Габырры активными тектоническими зонами являлись площади Тарсдалляр, Кейрук-Кейлан, Гюрзюндаг и Западный Гюрзюндаг.

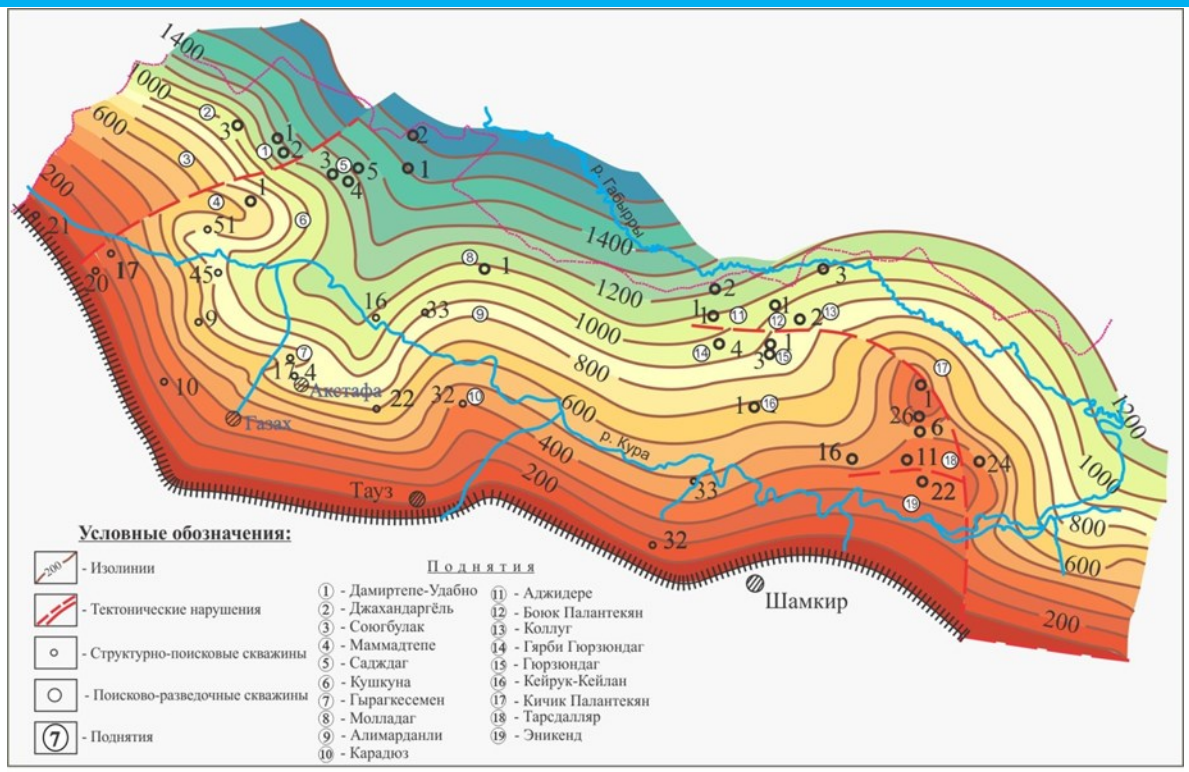


Рис. 1. Палеоструктурное положение поверхности мезозоя к концу эоцена

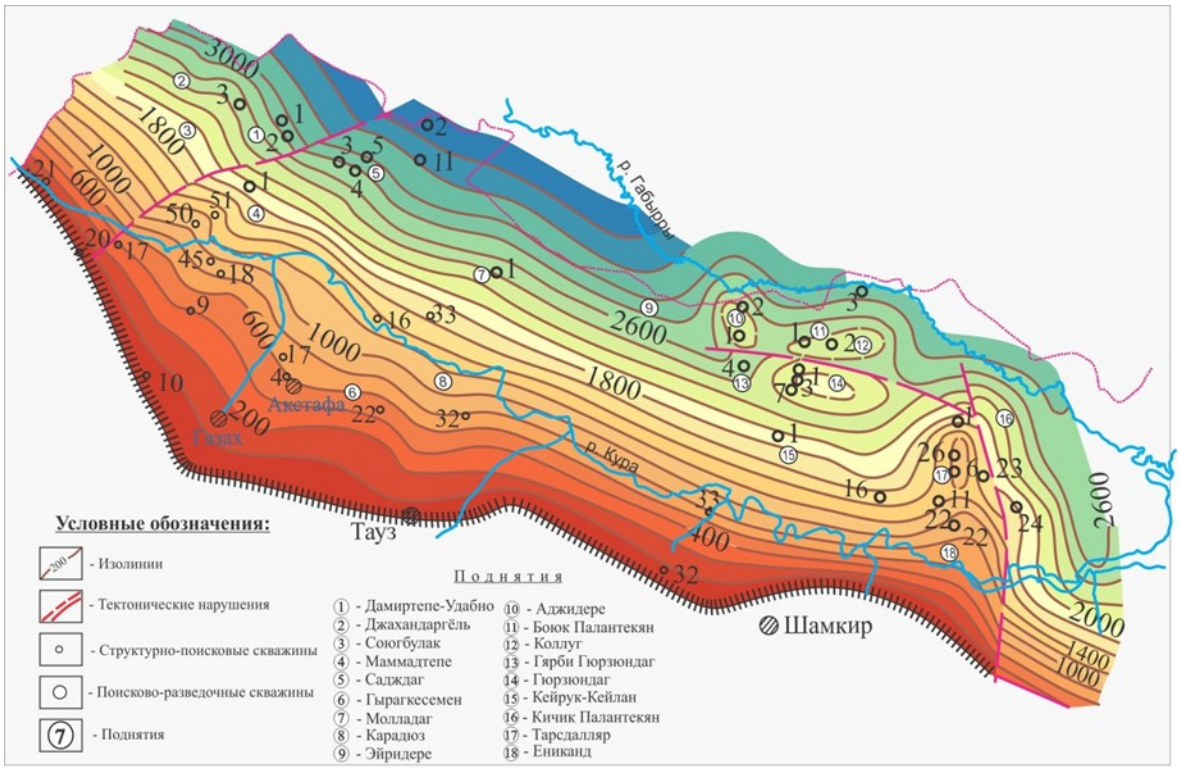


Рис. 2. Палеоструктурное положение поверхности мезозоя к концу майкопа

Тарсдаллярская антиклиналь расположена над древним поднятием, что подтверждается ее отражением в геологических данных (рис. 1). Площади, находящиеся в северо-восточной части района междуречья Куры и Габырры, расположены в палеовпадине. Если принять равными скорости осадконакопления, то их значение будет составлять 195 м/млн. лет, что указывает на большую интенсивность погружения [1, 2]. Несмотря на наличие палеоподнятий вся северо-восточная часть района является составной частью единой палеовпадины. Размеры палеовпадины составляют 50...60×25...30 км.

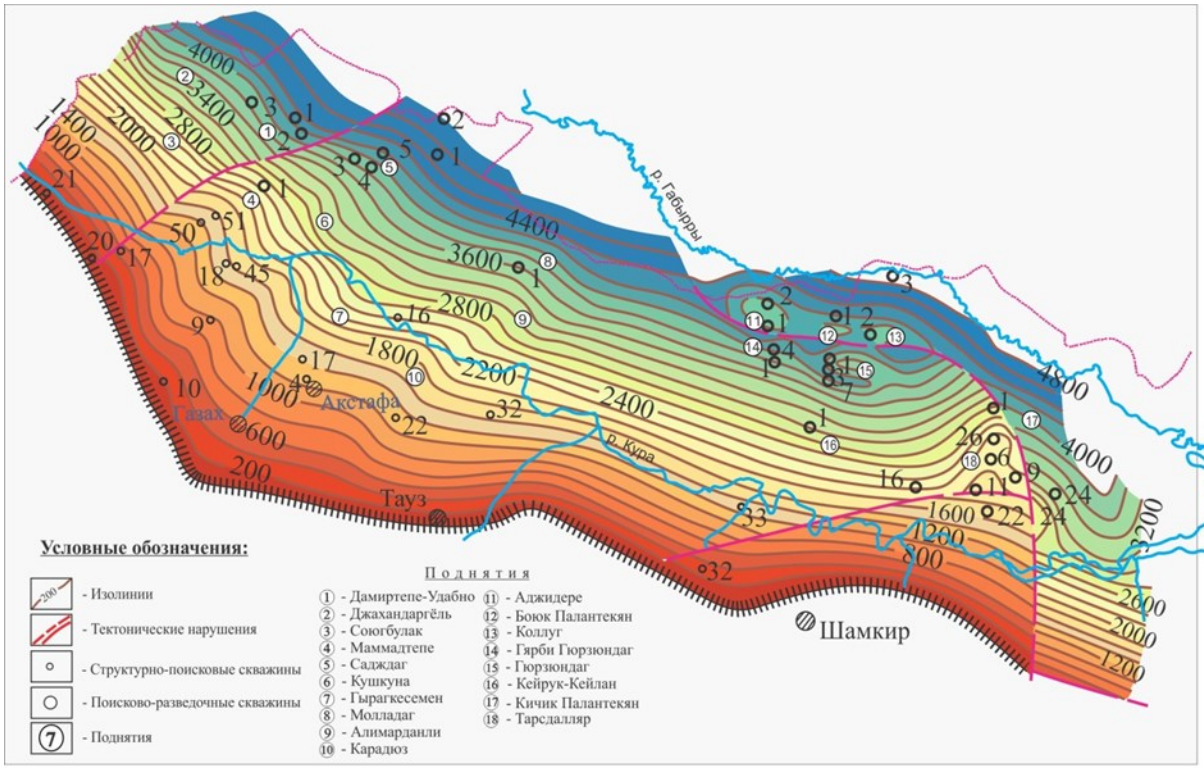


Рис. 3. Палеоструктурное положение поверхности мезозоя к концу миоцена

В северо-западной части района выделено палеоподнятие охватывающее площади Джандаргель, Союгбулак и Мамедтепе, что отражается на палеоструктурных картах [3, 4]. Другое палеоподнятие отмечается на участке современных структур Алимарданлы и Гафландере.

Зоны высокой пористости отложений верхнего мела соответствуют активным тектоническим участкам палеоструктур поверхности мезозоя к концу эоцена и в олигоцен-миоцене. Они, в основном, охватывают территорию палеоподнятий [2, 3]. Такое древнее поднятие расположено в районе скважин 26, 6 и 5 на площади Тарсдалляр. Другое древнее поднятие находится на площадях Джандаргель и Союгбулак на западе нефтегазоносного района. Пористость на этих участках возрастает с 3,1 % до 19,7 %.

Литологический состав верхемеловых отложений на вышеперечисленных площадях состоит из осадочных и осадочно-вулканогенных пород, состоящих из глинистых известняков, мергелей, алевролитов, туфов и туфовых алевролитов с примесью осколков порфирита [4, 5].

Состоящие, в основном, из трещиноватых пород коллектора среднего эоцена включают в себя, главным образом, мергели, туфовые песчаники, туфовые алевролиты и глинистые песчаники. Здесь выделяются две структурно-тектонические зоны, которые совпадают с зонами верхнего мела. Одной из этих зон является Тарсдалляр-Гюрзюндаг, а другой – Садждаг-Дамиртапа-Удабно-Джандаргель. Переходным участком между двумя этими зонами является поднятие Молладаг.

Геохимические исследования указывают на то, что наименьшее количество органических веществ встречается в верхнемеловых отложениях. Сравнительно большее количество органических веществ содержится в вулканогенных породах 0,03…0,19 % (туфовые песчаники), глинах и мергелях 0,15...0,3 %. В отложениях палеогена количество органических веществ по сравнению с верхнемеловыми является более высоким. Количество органических веществ в глинах и аргиллитах эоцена на площадях Тарсдалляр и Молладаг варьируется в пределах 0,22...0,7 %. В большинстве пород преобладают битумы хлороформного типа. Это в свою очередь указывает на синтез битумов.

Исследования хроматографии газа-жидкости указывают на трансформацию битумов в породах верхнего мела и палеогена из планктонов морских и континентально-озерных бассейнов. По степени зрелости

органические вещества в отложениях верхнего мела были более подвержены катагенезу по сравнению с палеогеновыми. По типу битумов в верхнемеловом периоде они прошли стадию бурого угля [1, 6].

По результатам изучения битумов методом хроматографии газа-жидкости, а также по показателям палеотемператур и тепловых импульсов в отложениях верхнего мела и эоцена были выделены главная зона нефтеобразования (ГЗН) и главная зона газообразования (ГЗГ). Верхняя граница нефтеобразования в отложениях эоцена проходит по Джандаргель, Дамиртапа-Удабно, Ортагаш и Саджджагу (скважина 1) и, простираясь дальше в северо-восточном направлении, выходит за пределы Республики. На востоке эта зона проходит по выступу Гарадюз, Годекдаш, а также по Джейранчель и Кичик Палантокану. Дальше эта граница проходит по скважинам № 6 и 18 площади Тарсдалляр и простирается в сторону опущенного блока скважины № 24. Максимальное значение фазы нефтеобразования проходит по северу и северо-западу нефтегазоносного района междуречья Куры и Габырры и пересекает площади Дамиртапа-Удабно, Саджджаг, Ахтахтатапа, Гюрзюндаг и Кесемен. По отложениям верхнего мела верхняя граница (ГЗН) проходит по Джандаргель, Союгбулак, северу Молладага, югу Годекдаша и Кейрук-Кейлану, по выступу Джейранчель, югу Тарсдалляр и по выступу Йеникенд [2, 6].

Образование нефтяных и газовых месторождений наряду с указанными признаками зависит также от их изоляции и наличия глинистых отложений играющих роль покрышек. Для трещинноватых и пористых коллекторов верхнего мела роль покрова могут играть глинистые отложения палеоцена-нижнего эоцена, а для коллекторов среднего эоцена – глинистые слои верхнего эоцена и майкопа. Исследования региональных глинистых покрышек указывают на то, что глины верхнего эоцена обладают хорошими изоляционными свойствами. В районе исследования основу верхнего эоцена составляют монтмориллонитовые глины. В глинах нижнего эоцена содержание монтмориллонитов ниже на 25 % и в них нет чередования [5, 7, 9]. Аргиллиты нижнего эоцена залегают в глубоких частях бассейна, а в наиболее погруженных зонах они прошли стадию мезокатегенеза (MKI-MK2). Разрезы этих участков встречаются на площадях Дамиртапа-Удабно, Гюрзюндаг, Тарсдалляр и Ортагаш с сильным воздействием категенеза на свойства этих покрышек. На отдельных участках примером этого могут быть разрезы верхнего Эоцена, играющие роль покрышек в нефтяных месторождениях. К примеру: на площади Тарсдалляр в скважинах 1, 4 и 8, 9 покрышки нефтяных месторождений имеют толщину 60, 43, 26 и 30 м соответственно. На площади Гюрзюндаг эта покрышка уменьшается с 60 м до 37 м, а в Кейрук-Кейлане до 8...10 м. Для сохранения месторождений одним из основных факторов является ограничение тектонических систем тектоническими разломами, а литологических полусистем фациальными изменениями. В таких системах и полу-системах присутствуют участки нефтенакопления и в качестве примера можно указать на более высокие пластовые давления в плохопроницаемых слоях среднего эоцена по сравнению с гидродинамическими системами. Такие явления встречаются на площадях Тарсдалляр и Гюрзюндаг. То есть в слоях с высокой и слабой проницаемостью пластовые давления достигают 5,5...2,5 МПа.

Согласно исследованиям, на площади Тарсдалляр в среднем эоцене пластовые воды под высоким давлением находятся в скважинах на северо-востоке структуры. В скважине № 4 абсолютное значение давления пластовых вод имеет самую высокую отметку, при этом к северу и юго-западу от данной скважины давление резко снижается. На основе полученных данных можно утверждать, что уклон водонефтяного контакта имеет направление с северо-востока на юго-запад [4, 7].

В общих чертах, можно отметить, что на основе изучения гидрологических и геотермических факторов в бассейне Габырры-Аджиноур можно сделать вывод о том, что тектоническое экранирование и изменения литологического состава приводят к образованию гидродинамических препятствий. В районах, расположенных к северу от реки Кура, образование тектонических разломов и выклинивание коллекторов по направлению поднятий пластов препятствует движению эллюзивных вод от центра впадины по направлению к краям в сингенетичных нефтегазоносных слоях.

Тектонические разломы в некоторых случаях становятся зонами подземной разгрузки пластовых вод. В этих зонах создаются препятствия для движения инфильтрационных вод вниз. При этом создаются условия благоприятные для образования литологически, стратиграфически и тектонически экранированных месторождений [4].

Необходимо выяснение расположения локальных складок в зонах генерации нефти и газа в районе междуречья Куры и Габырры, их положения на путях и направлениях миграции углеводородов (УВ). Для этого в первую очередь должны быть определены пути и направления миграции УВ. Было подтверждено, что в результате погружения района происходило движение углеводородов из зон высоких температур в глубинах бассейна в направлении регионального поднятия пластов. Для этого были изучены палеотемпературы в витринитах и эти данные сравнивались с современными температурами. Таким образом, в районе междуречья Куры и Габырры в границах общего бассейна были выделены зоны и границы главных фаз нефтегазообразования. В результате были определены два основных направления миграции по верхнемеловым и эоценовым отложениям.

В районе исследования углефицированные битумы встречаются только в породах нижнего и среднего эоцена, извлеченных из скважин, пробуренных на площадях Тарсдалляр, Гюрзюндаг и Молладаг. Такие образцы вероятно должны быть и в породах отложений другого возраста. Но к сожалению, по организационным причинам, решение данной проблемы не было возможно. С целью целостности данных и обеспечения выделения зон различных температур были использованы современные температурные исследования. В результате анализа образцов пород, извлеченных из отложений верхнего, среднего и нижнего эоцена в скважинах №1 на площади Молладаг, №13 и №24 на площади Тарсдалляр и №7 на площади Гюрзюндаг, палеогеотермия, определенная по витринитам, указывает на то, что очень низка вероятность образования углеводородов на этих площадях. Углеводороды могут генерировать в эти поднятия из более глубоких зон бассейна, имеющих высокую температуру, путем миграции. В результате проведенных исследований можно указать два таких направления миграции. Одна из них в северо-западной части региона направлена с севера на юг. Из этих поднятий можно отметить структуры Дамиртапа-Удабно, Саджаг, Джандаргель и Союгбулак. Другое направление миграции углеводородов расположено на юго-востоке региона и простирается с севера в направлении площадей Гюрзюндаг, Кичик Палантокян и Тарсдалляр.

Из-за малого количества данных по отложениям верхнего мела геотермические исследования основываются на измерениях современных температур в скважинах. Такие исследования указывают что, для отложений верхнего мела характерно два направления миграции углеводородов. Одно из них находится на северо-западе региона и направлено от глубинных зон бассейна к югу, то есть в направлении структур Дамиртапа-Удабно, Джандаргель и Сойугбулаг. В данном направлении, рассчитанном по методу В.И. Лапатина, сумма тепловых импульсов, указывает расположение зон газа и газоконденсата на севере, а на юге предполагается наличие зон нефти. Другое направление миграции расположено на северо-востоке, где зоны газа и газо-конденсата сжали зону нефтеобразования в направлении структуры Тарсдалляр. А это дает основание утверждать вероятность присутствия зон газа и газоконденсата в меловых отложениях структур, расположенных в северной части междуречья Куры и Габырры. В качестве примера, можно указать площади Ахтахтатапа, Боюк Палантокян, Кичик Палантокян и др.

С точки зрения нефтегазоносности наиболее перспективными в этих зонах могут считаться неантиклинальные ловушки. Если литологические и стратиграфические ловушки расположены в пределах данных зон, то здесь более высока вероятность образования в них месторождений нефти, газа и конденсата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рустамов Р.И., Рзаев М.А., Ахундов Ш.Х. История геологического развития локальных структур Междуречья Куры и Иори.

2. Кочарли Ш.С., Гаджиев Ф.М., Кулиев Г.А. и др. Новый тип ловушки нефти в северо-западном Азербайджане // Серия "Нефтегазовая геология и геофизика" КСП-инфор. 1991. Вып. 8. С.9-12.

3. Сулейманов А.М., Зейналов Р.Л., Магеррамов Б.И. Палеоструктурный анализ и нефтегазоносность отложений мезозойского комплекса Куринского межгорного прогиба // Научные труды Азербайджанского государственного научно-исследовательского и проектного института нефтегазовой промышленности. 2005. № 5. С.14-21.

4. Авербух Б.М., Бабаев Р.Я. К разведке эоцено-верхнемеловых отложений в Междуречье Куры и Иори // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1978. № 9.

5. Магеррамов Б.И., Агазаде Б.Г. Палеоструктурный анализ и нефтегазоносность отложений кайнозойского комплекса междуречья Куры и Габырры // Научные труды Института научных исследований ГНКАР. 2009. № 12. С. 30-38.

6. Сулейманов А.М., Зейналов Р.Л., Магеррамов Б.И. Палеотектонические и палеогеографические основы перспективы нефтегазоносности палеоген-нижнемиоценовых отложений междуречья Куры и Габырры // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2006. №4. С. 1-7.

7. Алиев А.К., Юсифов Х.М. и др. О тектонических особенностях и дальнейших перспективах Междуречья Куры и Иори // Сб. тр. АзНИПИнефти. Баку, 1988. С. 26-36.

8. Цимельзон И.О., Амирасланов Т.С. Тектоника палеоген-мезозойского комплекса отложений Междуречья Куры и Иори // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1977. № 1.

REFERENCES

1. Rustamov R.I., Rzaev M.A., Ahundov Sh.H. Istoriya geologicheskogo razvitiya lokal'nyh struktur Mezhdurech'ya Kury i Iori.

2. Kocharli Sh.S., Gadzhiev F.M., Kuliev G.A. i dr. Novyj tip lovushki nefti v severo-zapadnom Azerbajdzhane // Seriya "Neftegazovaya geologiya i geofizika" KSP-infor. 1991. Vyp. 8. S.9-12.

3. Sulejmanov A.M., Zejnalov R.L., Magerramov B.I. Paleostrukturnyj analiz i neftegazonosnost' otlozhenij mezozojskogo kompleksa Kurinskogo mezhgornogo progiba // Nauchnye trudy Azerbajdzhanskogo gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta neftegazovoj promyshlennosti. 2005. № 5. S.14-21.

4. Averbuh B.M., Babaev R.Ya. K razvedke ehoceno-verhnemelovyh otlozhenij v Mezhdurech'e Kury i Iori // Azerbajdzhanskoe neftyanoe hozyajstvo. 1978. № 9.

5. Magerramov B.I., Agazade B.G. Paleostrukturnyj analiz i neftegazonosnost' otlozhenij kajnozojskogo kompleksa mezhdurech'ya Kury i Gabyrry // Nauchnye trudy Instituta Nauchnyh issledovanij GNKAR. 2009. № 12. S. 30-38.

6. Sulejmanov A.M., Zejnalov R.L., Magerramov B.I. Paleotektonicheskie i paleogeograficheskie osnovy perspektivy neftegazonosnosti paleogen-nizhnemiocenovyh otlozhenij mezhdurech'ya Kury i Gabyrry // Azerbajdzhanskoe neftyanoe hozyajstvo. 2006. №4. S. 1-7.

7. Aliev A.K., YUsifov H.M. i dr. O tektonicheskih osobennostyah i dal'nejshih perspektivah Mezhdurech'ya Kury i Iori // Sb. tr. AzNIPInefti. Baku, 1988. S. 26-36.

8. Cimel'zon I.O., Amiraslanov T.S. Tektonika paleogen-mezozojskogo kompleksa otlozhenij Mezhdurech'ya Kury i Iori // ANH. 1977. № 1.

GENERATION AND ACCUMULATION ZONES OF HYDROCARBONS IN KURA AND GABIRRY INTERFLUVIAL REGION (AZERBAIJAN)

Magerramov B.I., Abbasov G.A., Aslanov B.Sh.

Annotation: over the greater part territory of the Kura and Gabirry interfluvial region, upper Cretaceous deposits reached the oil window stage (MK2 - MK3). Along the formation from older sediments to younger, oil window gradually becomes narrower and reaches its minimum in the Middle Eocene and Maikop sediments. Upper Eocene and Maikop deposits are located on the local areas of the oil window.

Study hydrocarbon properties of these deposits shows that the Maikop deposits are most rich in organic matter and bitumen, and their less content is noted in the Cretaceous deposits. According to the degree of maturity, Chokrak and Maikop deposits are the least mature. Despite the fact that in the Eocene sediments the degree of maturity of organic matter is higher than the Maikop deposits, they do not go beyond the stage of protocatagenesis. The degree of maturity of the Cretaceous deposits is much higher than the Eocene sediments, and corresponds to the beginning stage of coal formation.

As a result of the conducted studies, two main directions of migration have been identified by the Upper Cretaceous and Eocene sediments. One of them is north-to-south migration in the northwestern part of the region. Damirtapa-Udabno, Sadjdag, Jahandar and Molladag structures are located on the same direction. The second direction of migration is located in the northeast of the southeastern part of the region and directed from the north to the structures of Agtepe, Boyuk Palantokan, Kollug, Gyurzyundag, Kichik Palantokan and Tarsdallar. Fluids that migrated on these directions possibly accumulated in the anticlinal and non-anticlinal traps encountered in their path.

Paleostructural studies indicate that in the Kura and Gabirry interfluvial region there were appropriate conditions for the formation of non-anticline deposits as well as anticlinal deposits. In the Middle Eocene sediments, structural-lithological type deposits can mainly form on the northeastern flanks of paleostructures. The valleys of ancient rivers and fault traps that are limited with regional and some local faults, traced at a certain distance on base of seismic data, were favorable for the formation of lithological, paleogeomorphological and tectonically-screened types of deposits respective.

Key words: geology, tectonics, lithology, lithofacies, structure, raising, anticline, syncline, overthrust folding, sediment, Mesozoic, Eocene, Cenozoic, Paleogene-Miocene, Maikop.

© Магеррамов Б.И., Аббасов Г.А., Асланов Б.Ш., 2018

Магеррамов Б.И., Аббасов Г.А., Асланов Б.Ш. Зоны генерации и аккумуляции углеводородов в районе междуречья Куры и Габырры (Азербайджан) // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 27-33.

Magerramov B.I., Abbasov G.A., Aslanov B.Sh., 2018. Generation and accumulation zones of hydrocarbons in Kura and Gabirry interfluvial region (Azerbaijan). Vector of Geosciences. 1(3): 27-33.

УДК 622.276.5

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН ШТАНГОВЫМИ НАСОСАМИ

Ахмедов Ильгар Заур оглы – кандидат технических наук, начальник отдела SOCAR, НИПИ «Нефтегаз», ilqar.ahmedov@socar.az

Тагиева Сабина Эльдаровна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник SOCAR, НИПИ «Нефтегаз», sabina.tagiyeva.2017@mail.ru

Ахмедов Муса Ильгар оглы – ведущий инженер, компания «Halliburton», ahmadov_m@hotmail.com

Аннотация: в статье исследованы возможности увеличения эффективности эксплуатации штанговыми скважинными насосами (ШСН) в условиях влияния высокой обводненности и ряда других природных и технологических факторов, свойственных месторождениям, находящихся на поздней стадии разработки. Были всесторонне изучены и проанализированы распределения основных показателей применяемых насосов. По каждому из диаметров насосов были найдены средние значения рассматриваемых показателей, после чего рассчитаны общая добыча и количество подземных ремонтов скважин (ПРС), при условии, что все скважины работают с одинаковым диаметром насоса. Для выбора самого оптимального варианта было предложено использование относительного критерия добычи нефти. Этот подход дает возможность установить такой технологический режим, который обеспечивал бы минимальное количество ремонтов и максимальную добычу нефти.

Ключевые слова: эксплуатация скважин, частота ремонтов, скважинный штанговый насос, дебит нефти, добычные показатели, диаметр насосов.

Введение. Как известно, разработка месторождений на поздней стадии, характеризуется истощением пластовой энергии, снижением пластового давления и добычи нефти, непрерывным ростом обводненности, увеличением частоты подземных ремонтов и уменьшением межремонтного периода скважин. Способ добычи таких месторождений является глубинно-насосным, при котором в подавляющем большинстве скважин эксплуатируются ШСН. Поэтому, в таких условиях одним из главных факторов стабилизации и повышения добычи является повышение эффективности использования фонда скважин, оборудованных ШСН. А это подразумевает установления оптимального технологического режима работы ШСН, наиболее соответствующего геолого-физическим и техническим условиям эксплуатации.

Следует отметить, что при эксплуатации ШСН добычные показатели скважин определяются совокупностью природных, т.е. нерегулируемых и техногенных, т.е. регулируемых параметров технологического режима. К регулируемым параметрам, в основном, относятся диаметр насоса, длина хода и число качаний плунжера, глубина спуска насоса под уровень жидкости и другие поддающиеся изменению параметры. К нерегулируемым факторам эксплуатации можно отнести такие факторы, как глубина и диаметр скважины, коллекторские свойства пласта и физико-химические характеристики жидкостей и газов. С учетом этого, оптимизация режима эксплуатации состоит в выборе и установлении таких регулируемых параметров, при которых обеспечивались бы наиболее приемлемые значения дебита нефти, воды, газа, обводненности, межремонтного периода (МРП) скважин и других технологических показателей.

Однако процесс добычи нефти в большинстве случаев происходит в осложненных технологических условиях, действие которых значительно ухудшает основные технико-экономические показатели эксплуатации. Значительная часть возникающих осложнений связана с высокой обводненностью, пескопроявлением, отложением солей и твердых углеводородов, а также высокой коррозионной активностью.

Промысловая практика длительно разрабатываемых месторождений свидетельствует о значительном ухудшении показателей

добычи наряду с увеличением частоты подземных ремонтов, проводимых на скважинах по различным причинам. С целью повышения эффективности процесса эксплуатации в зависимости от конкретных условий разработки внедряется широкий ряд геолого-технических мероприятий различного назначения и модификаций. Однако их осуществление связано со значительными материальными и трудовыми затратами, длительными простоями скважин и потерями нефти.

Поэтому, в таких условиях целесообразно изыскание возможностей управления показателями добычи путем регулирования параметров технологического режима эксплуатации без привлечения дополнительных мероприятий [1...5].

Обсуждение. В данной статье на основе анализа и оценки состояния эксплуатации месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы показана возможность повышения эффективности процесса эксплуатации скважин, оборудованных ШСН. Для реализации поставленной задачи были проанализированы данные более чем 1000 скважин, диапазон изменения показателей которых показан в табл. 1. Как видно, рассматриваемые скважины характеризуется широким диапазоном изменения технологических показателей и параметров: невысокими дебитами, высокой обводненностью и частотой проводимых ремонтов.

Таблица 1

Основные технологические показатели эксплуатации

Показатели	Значения		
	минимальное	максимальное	среднее
Дебит нефти, т/сут	0,1	4	0,9
Обводненость, %	13	100	81
Диаметр ШСН, мм	28	56	
Частота ПРС за год (среднее на 1 скважину)	8	16	11
МРП, сут.	3	181	68

Так как все рассматриваемые скважины эксплуатируют ШСН и учитывая, что добычные показатели скважин при прочих равных условиях определяются в основном его параметрами, дальнейшие исследования проводились относительно стандартных диаметров фактически используемых ШСН. Поэтому все основные технологические показатели и параметры эксплуатации были проанализированы и распределены по диаметрам ШСН.

Результаты анализа промысловых данных позволяют выявить следующие характерные особенности условий эксплуатации по диаметрам ШСН:

– изменение диаметра ШСН значительно влияет на добычу жидкости и незначительно влияет на изменение дебита нефти скважин;

– сравнительно высокий дебит наблюдается в скважинах, работающих с 32-миллиметровыми насосами;

– с увеличением диаметра насоса наблюдается повышение обводненности добываемой продукции;

– наибольшее качество ПРС проводится на скважинах с 44-миллиметровыми насосами;

– наибольшая частота ремонтов в среднем на 1 скважину наблюдается на скважинах с 56-миллиметровыми насосами;

– наибольшее количество годовой добычи нефти приходится на скважины с 32 и 44-миллиметровыми насосами;

– наименьшее значение коэффициента подачи (0,44) наблюдается на скважинах с 44-миллиметровыми насосами, а наибольшее (0,65) на скважинах с 56-миллиметровыми насосами;

– наибольшее значение МРП – 87 дней приходится на скважины с 32-миллиметровыми насосами, а наименьшее – 37 дней – на скважинах с 56-миллиметровыми насосами;

– установлены взаимозависимости между рассматриваемыми технологическими параметрами и показателями эксплуатации;

– возможно управление показателями эксплуатации регулированием диаметров ШСН;

– с ростом дебита жидкости обводненность продукции растет, что характерно для месторождений на поздней стадии разработки;

– рост обводненности продукции приводит к увеличению частоты ПРС и уменьшению МРП скважин.

На основе проведенного анализа технологического режима эксплуатации и путем соответствующих расчетов можно оценить целесообразность применения ШСН различного диаметра, соответствующих наиболее рациональному энерго- и ресурсосберегающему технологическому режиму эксплуатации, при котором обеспечивается максимальная добыча и минимальная частота ремонтов.

Условно приняв, что все скважины, работают с одинаковыми ШСН, можно подсчитать средние значения всех рассматриваемых показателей эксплуатации последовательно для фактически применяемых типоразмеров ШСН.

В табл. 2 приведены фактические и расчетные значения добычных показателей, частоты ремонтов, на основе которых проводятся расчеты с предположением, что все рассматриваемые скважины работают только с 28, 32, 43, 44 и 56-миллиметровыми насосами.

Таблица 2

Фактические и расчетные значения добычных показателей и частоты ремонтов

Показатели	Диаметр, мм				
	28	32	43	44	56
Количество скважин, %	2,5	31,2	4,3	51,3	10,7
Количество ремонтов, фактическое	252	2588	449	5430	1800
Средний дебит нефти, т/сут	1,1	1,1	0,9	0,7	1,0
Расчетная добыча нефти за год, тыс. т	412	418	337	246	361
Средний дебит жидкости, $м^3$/сут.	2,4	3,2	9,8	11,1	28
Количество ремонтов, расчетное	10540	8432	10540	10540	16864
Частота ПРС	10	8	10	10	16
Обводненность, %	40	55	82	85	96

С целью установления режима эксплуатации, обуславливающего наиболее оптимальное соотношение между добычей и соответствующими затратами, предлагается рассчитать отношение количества ремонтов (КР) на количество добытой за год нефти ($Q_н$) по группам скважин с одинаковыми диаметрами ШСН. Этот условный критерий оптимальности характеризует количество производимых за год ПРС, приходящееся на добычу 1 тыс. т нефти (КР/$Q_н$) , соответствующий текущим условиям эксплуатации.

Результаты расчетов, проведенных по группам скважин для всех рассматриваемых диаметров ШСН, приведены ниже:

– для ШСН диаметром 28 мм – 10540:412 = 25;

– для ШСН диаметром 32 мм – 8432: 418 = 20;

– для ШСН диаметром 43 мм – 10540:337 = 31;

– для ШСН диаметром 44 мм – 10540:246 = 43;

– для штанговых насосов диаметром 56 мм – 16864:362 = 47.

Согласно промысловой информации, фактическое количество ремонтов, соответствующее данным условиям эксплуатации, составляет 10519 при добыче нефти 267 тыс. т. При фактическом распределении скважин по используемым диаметрам ШСН значение вышеуказанного критерия оптимальности равно 10519 : 267 = 39, которое очень близко условию (случаю), когда все скважины работали бы только с 44-миллиметровыми насосами. Как видно из этих данных, наименьшее количество ремонтов на 1 тыс. т добычи или максимальная добыча на 1 ПРС может быть достигнута на скважинах с применением 32-миллиметровых ШСН.

Это условие будет соответствовать наиболее оптимальному технологическому режиму эксплуатации скважин данного месторождения. Это можно объяснить особенностями насосной эксплуатации, где

при прочих равных условиях увеличение диаметра насоса означает увеличение отбора и, следовательно, приводит к увеличению вероятности возникновения проблем во всей глубинно-насосной установке. Сравнение фактической и расчетной годовой добычи свидетельствует также и о возможном получении дополнительной добычи, равной ΔQ = 418 – 267 = 151 тыс. т (табл. 2). Следовательно, в данных условиях эксплуатации скважин наиболее целесообразно использование 32-миллиметровых насосов.

Подробный анализ промысловой информации рассматриваемого месторождения позволил выявить существенное влияние обводненности продукции на исследуемые показатели, такие как частота ПРС (n) и количество ПРС на добычу 1 тыс. т нефти ($Q_н$). Так, исследования показали рост частоты и количества ремонтов на единицу добычи с увеличением обводненности. Для наглядности на рис. 1 приводятся графические зависимости частоты ПРС и величины КР/Qн от обводненности (S) по группам скважин с одинаковыми диаметрами ШСН.

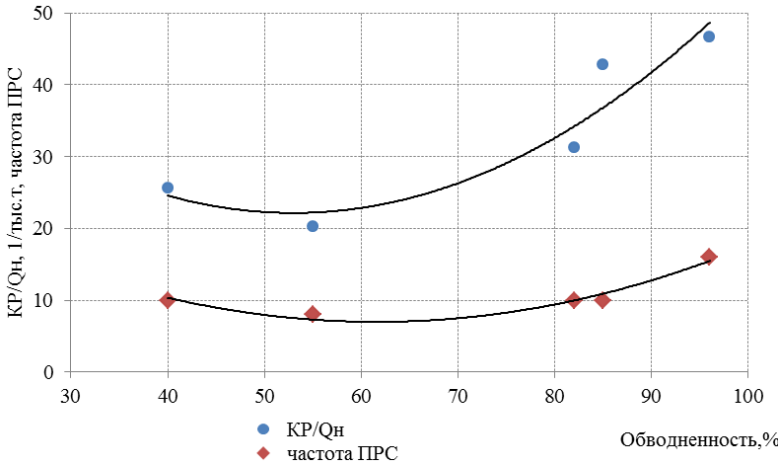


Рис. 1. Зависимость отношения КР/Qн и частоты ПРС от обводненности

С помощью компьютерной программы получены уравнения, описывающие с достаточно высокой точностью (более 90 %) эти зависимости:

– для частоты ПРС:

$$n = 0{,}0072\,S^2 - 0{,}8862\,S + 34{,}287$$

– для количества ПРС на добычу 1 тыс. т нефти:

$$КР/Q_н = 0{,}0143\,S^2 - 1{,}5187\,S + 62{,}387$$

С помощью этих уравнений путем соответствующих математических расчетов рассчитаны темпы роста величин n и КР/$Q_н$ на единицу изменения обводненности. Так установлено, что на каждые 10 % роста обводненности частота ПРС увеличивается на 2 единицы, а величина КР/$Q_н$ увеличивается на 5 ПРС тыс. т. Из этих зависимостей видно, что минимальные значения частоты ПРС и величины КР/$Q_н$ соответствуют значению обводненности, приблизительно равному 60 %.

Учитывая, что высокая обводненность является одним из основных факторов на поздней стадии разработки месторождений, возникает необходимость учета обводненности при оптимизации величины отбора. В связи с этим и с целью определения предельно допустимых значений отбора при минимально возможных значениях обводненности, рассмотрена зависимость обводненности от дебита жидкости по группам скважин. Как видно из рис. 2, с ростом дебита жидкости $q_ж$ наблюдается достаточно высокий темп роста обводненности.

Данная зависимость почти со 100 %-ной точностью описывается следующим уравнением:

$$S = 22{,}67\,ln\,(q_ж) + 25{,}988$$

Соответствующими математическими расчетами оценено значение темпа роста обводненности, равное приблизительно 22 % на каждые 10 м^3/сут роста дебита жидкости. По этой зависимости можно определить то предельное значение дебита жидкости, которое равно приблизительно 5 м^3/сут., при котором обводненность составляет 60 %. А как было отмечено выше, при этом значении

обводненности частота ПРС и отношение КР/$Q_н$ имеют минимальные значения, соответствующие наиболее благоприятным условиям эксплуатации скважин.

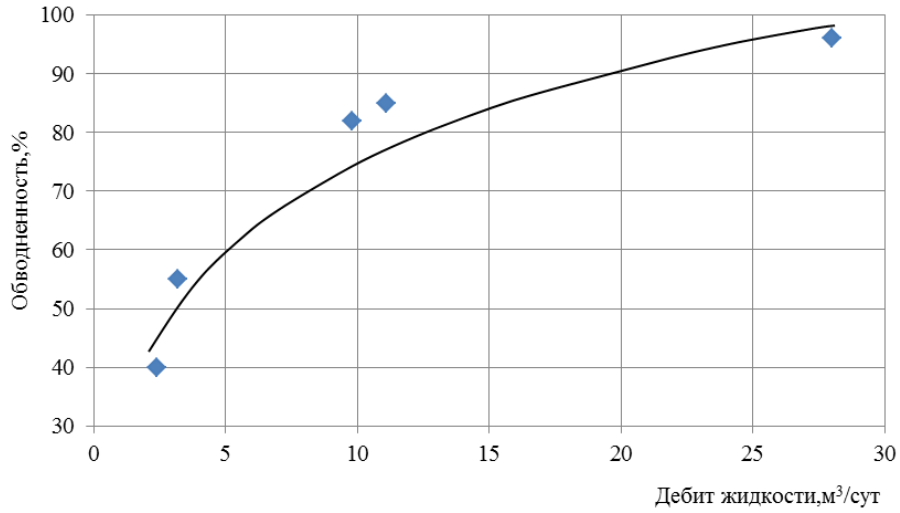


Рис. 2. Зависимость обводненности от дебита жидкости

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований текущих условий эксплуатации месторождения Балаханы-Сабунчи-Рамана позволяют оценить основные добычные показатели и технологические параметры эксплуатации ШСН различных диаметров и на основе этого установить возможно оптимальный режим отбора жидкости.

Следует отметить, что реализация вышеописанного подхода не требует каких-либо активных промысловых действий или затрат, и он может быть применен с целью решения промысловых задач на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.

Выводы и рекомендации. Проведен оценочный системный анализ промысловый информации по диаметрам ШСН.

Установлено качественное и количественное влияние обводненности на показатели эксплуатации скважин.

При текущих условиях эксплуатации месторождения рекомендуется использование в основном 32-миллиметровых ШСН, с дебитом жидкости не более, чем 5м^3/сут.

Для текущих условий разработки рекомендуется, по возможности, установление уровня отбора, не допускающего обводненности продукции выше 60 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лысенко В.Д., Грайфер В.И. Рациональная разработка нефтяных месторождений. М.: Недра, 2005. 607 с.

2. Амелин И.Д., Андриасов Р.С., Гиматудинов Ш.К. и др. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых месторождений, М.: Недра, 1978. 356 с.

3. Ахмедов И.З., Тагиева С.Э.. Рациональное регулирование отбора жидкости при эксплуатации высокообводненных скважин // Азербайджанское народное хозяйство. 2016. №2. С. 25-29.

4. Гусейнов Г.Г., Ахмедов И.З., Тагиева С.Э. Учет обводненности при увеличении коэффициента продуктивности пласта // Азербайджанское народное хозяйство. 2017. №3. С. 30-34.

5. Ахмедов И.З., Тагиева С.Э., Ахмедова Т.А. Исследование возможностей увеличения межремонтного периода скважин на основе математических экспериментов / ВНИИОЭНГ. Серия Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2010. №1. С. 33-36.

REFERENCES

1. Lysenko V.D., Grajfer V.I. Racional'naya razrabotka neftyanyh mestorozhdenij. M.: Nedra, 2005. 607 s.

2. Amelin I.D., Andriasov R.S., Gimatudinov Sh.K. i dr. Ehkspluataciya i tekhnologiya razrabotki neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij, M.: Nedra, 1978. 356 s.

3. Ahmedov I.Z., Tagieva S.Eh.. Racional'noe regulirovanie otbora zhidkosti pri ehkspluatacii vysokoobvodnennyh skvazhin // Azerbajdzhanskoe narodnoe hozyajstvo. 2016. №2. S. 25-29.

4. Gusejnov G.G., Ahmedov I.Z., Tagieva S.Ep. Uchet obvodnennosti pri uvelichenii koehfficienta produktivnosti plasta // Azerbajdzhanskoe narodnoe hozyajstvo. 2017. №3. S. 30-34.

5. Ahmedov I.Z., Tagieva S.Ep., Ahmedova T.A. Issledovanie vozmozhnostej uvelicheniya mezhremontnogo perioda skvazhin na osnove matematicheskih ehksperimentov / VNIIOEHNG. Seriya Oborudovanie i tekhnologii dlya neftegazovogo kompleksa. 2010. №1. S. 33-36.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF WELL OPERATION WITH SUCKER-ROD PUMPS AT A LATE STAGE OF FIELD DEVELOPMENT

Ahmedov I.Z., Taghiyeva S.E., Ahmedov M.I.

Annotation: in the article, the possibilities of increasing the efficiency of well operation with sucker-rod pumps (SSN) under the influence of high watering and a number of other natural and technical factors characteristic of deposits that are at a late stage of development are investigated. The distribution of the main indicators for the pumps used was comprehensively studied and analyzed. For each of the diameters of the pumps, the average values of the considered parameters were found, after which the total production and the number of underground well repairs were calculated, provided that all the wells work with the same pump diameter. To select the most optimal option, the use of a relative criterion for oil production was proposed. This approach makes it possible to establish such a technological regime that would ensure the minimum number of repairs and maximum oil production.

Key words: well operation, frequency of well repair,sucker-rod pump, oil yield, production indices, diameter of the pumps.

© Ахмедов И.З., Тагиева С.Э., Ахмедов М.И., 2018

Ахмедов И.З., Тагиева С.Э., Ахмедов М.И. Оценка эффективности эксплуатации скважин штанговыми насосами на поздней стадии разработки месторождения // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 34-39.

Ahmedov I.Z., Taghiyeva S.E., Ahmedov M.I., 2018. Evaluation of the efficiency of well operation with sucker-rod pumps at a late stage of field development. Vector of Geosciences. 1(3): 34-39.

УДК 622.1

АППРОКСИМАЦИЯ МЕТОДИКИ НАЗЕМНОЙ ЛАЗЕРНО-СКАНИРУЮЩЕЙ ТАХЕОМЕТРИИ К СЪЕМКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК*

Курбатова Вероника Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры горного дела, Северо-Восточный государственный университет, vvnika@mail.ru

Аннотация: выполнен анализ валидности лазерно-сканирующей тахеометрии при подземной отработки месторождения и аппроксимация объектных классификационных признаков, отвечающих за выбор оптимального режима сканирования.

Ключевые слова: классификационные признаки, лазерно-сканирующая тахеометрия, сканер, маркшейдерские измерения, съемка.

Введение.

На сегодняшний день большинство горно-добывающих предприятий с целю комплексной интенсификации съемочных работ используют методы лазерно -сканирующей тахеометрии, позволяющие достоверно и комплексно выполнить пространственно-геометрическое моделирование. При этом максимальная достоверность съёмки с использованием лазерно-сканирующих систем обеспечивается комплексным учётом ряда параметров снимаемых объектов, не играющих роли при осуществлении съёмки традиционными способами.

Исходя из этого был выполнен анализ валидности лазерно-сканирующей тахеометрии при подземной отработке на примере месторождения «Купол» с аппроксимацией объектно-классификационных признаков.

Золотосеребряное месторождение «Купол» находится на границе Билибинского и Анадырского районов Чукотского автономного округа, на водоразделе бассейнов рек Анадырь и Малый Анюй. Экономически район не освоен. Месторождение «Купол» находится в 96 км по прямой к юго-востоку от ближайшего населённого пункта с. Илирней. Расстояние от г. Билибино составляет 298 км и г. Анадырь – 450 км (рис. 1).

Рис. 1. Карта золотоносности Чукотки

На руднике «Купол» применяется система отработки запасов с подэтажным обрушением.

Рудное тело подготавливается к выемке подэтажными штреками. После подготовки камеры выносятся в натуру веера скважин и производится бурение, данные процессы протекают соответственно с паспортом бурения. По завершении бурения производятся съёмки скважин, их наносят на

проектные разрезы, по которым производится предварительный расчёт товарной руды. После чего производится заряжание и взрыв вееров. После взрывных работ и уборки ГРМ осуществляется съёмка очистного пространства. Точность определения объёма, в высокой степени зависит от достоверности и полноты съёмки очистного пространства.

Анализ принципа работы и устройство сканера. Лазерный полостной сканер CMSV400 (рис. 2) – это защищённый полевой инструмент, спроектированный для быстрого получения 3D-лазерных сканов подземных выработок, доступ в которые ограничен. Инструмент для сканирования монтируется на штангах, штативах или подручных средствах потребителя. Сравнительно лёгкий и небольшого размера инструмент предоставляет потребителю широкие возможности доступа в выработку, что означает точное измерение её размера и объёма, о чём, ранее можно было судить лишь приблизительно.

Рис. 2. Полостной сканер CMSV400

Лазер прибора CMSV400 использует технику измерений на принципе «время пролёта» луча от источника до любой цели без необходимости размещения на ней отражателя. Это позволяет проводить измерения с безопасной дистанции. Скорость сбора данных – 250 точек в секунду, при этом дальность действия составляет 200 м, точность – ±0,1 градуса, разрешение 0,022 градуса.

В дополнение к данным сканирования, идёт сбор данных от встроенных сенсоров наклона в двух плоскостях. Это означает, что все точки получают точную пространственную ориентацию относительно самого сканера, а все множество сканов, собранных в процессе съёмки, легко «сшивается» в образ выработки. Выходные данные затем накладываются на проекты или используются для построения картины выработки или камеры, выбранной для съёмки.

Инструмент CMSV400 представляет собой лазерный модуль на двух осях подвеса во вращающемся основании. Само основание смонтировано одним концом на оси горизонтальной круговой площадки. В лазерном модуле размещены оптические и электронные компоненты, обеспечивающие измерения расстояния до целей (без отражателей) до 200 м. Два окна на лазерном модуле защищают оптику передатчика и приёмника. Через эту оптику ИК-лазер посылает измерительные импульсы и получает в ответ отражённый сигнал.

В основании имеются 2 мотора для перемещений лазерного модуля в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Здесь же размещены кодировщики движений, которые точно определяют углы движений в плоскостях.

Эта комбинация вращения в двух осях, даёт сканеру следующие углы обзора: 360° в горизонтальной плоскости и 290° – в вертикальной

Само же основание ограничивает обзор модулем сектора в 70°, обращённого назад к основанию.

Модель сканера CMSV400 позволяет производить следующие типы сканирования: обзорный, совмещённый, горизонтальный, вертикальный, горизонтальный круг, вертикальный круг и скан оператора.

Оптимальным вариантом является горизонтальное сканирование, при нём горизонтальная ось будет постоянно вращаться на 360°. А после каждого её поворота вертикальная ось будет поворачиваться на один заданный интервал (минимальное значение которого равно 0,25°) Оптимальным является интервал в 1°, при нём время сканирования составляет около 7 мин.

В цилиндрической части основания имеется три резьбы, которые служат в помощь оператору при подаче сканера в камерное пространство. Две резьбы для призм (применяются для позиционирования и ориентации сканера) размещены в

верхней части цилиндра. Сканер имеет в основании цилиндра разъём для кабеля. Другой конец кабеля присоединяется к блоку питания.

Стандартное питание должно быть 24В постоянного тока. При падении входного напряжения ниже система выключится.

Сканирование производится со штатива (рис. 3) или при отсутствии доступа в очистную выработку с подвижной балки (рис. 4). Сканер с двумя прикрепленными призмами и кабелем помещается в камеру от линии отрыва на 1...5 м. Оптимальное расположение в очистном пространстве на 1,5 м от линии отрыва для избегания «слепой зоны».

Рис. 3. Подача сканера в очистное пространство на штативе

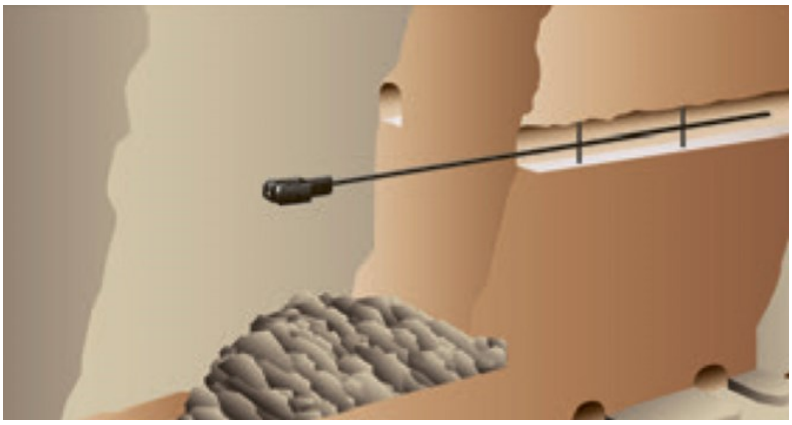


Рис. 4. Подача сканера в очистное пространство на балке

Сканер поставляется в транспортировочном кейсе, он помогает защитить инструмент от небольших ударов и воздействий внешней среды. Лазерный сканер CMSV400 управляется дистанционно с ПК или карманного компьютера с помощью программного обеспечения «CMS», которое выкладывает данные на экране в режиме реального времени.

Данный сканер подходит для большого диапазона съёмок и измерительных функций, например, таких как:

– наземное моделирование для построения топологии и измерения объёмов;
– мониторинг рудных проходов;
– съёмки в заброшенных рудниках;
– профилирование тоннелей;
– мониторинг устойчивости объектов;
– измерение объёмов горных выработок и очистного пространства при добычных работах.

Методика сканирования. Очистные выработки по мере выемки полезных ископаемых непрерывно перемещаются в пространстве. Для точных измерений объемов добытого полезного ископаемого, потерь, точного пространственного расположения необходима маркшейдерская съемка. Нахождение в очистном пространстве является опасным из-за возможных отслоений горной массы с бортов очистного пространства. Для этих операций и применяется полостной сканер. Нахождение оператора сканера предусматривается вне очистного пространства на безопасном расстоянии. Перед сканированием камеры производится отгрузка ГРМ и зачистка выработки.

Перед подачей сканера и установкой для съёмки необходимо осмотреть место работы, т.е. место, откуда будет производиться подача. Оценить следующие факторы:

– свободные подъездные пути к точкам сканирования (вывезена взорванная горная масса, зачищены подъезды к камере);

– наличие места для монтажа штанги и прокладки кабеля;

– размер камеры на предмет сканирования из одного места, видимость всех интересующих нас зон, доступность этих мест по дальности от места установки инструмента;

– атмосферные условия: густые пылевые облака, туман или высокая влажность, очень яркие источники света, направленные прямо на предполагаемое место установки лазера;

Для обеспечения безопасности процесса сканирования должны выполняться следующие условия:

а) обеспечен доступ к точкам сканирования без нахождения персонала под очистным пространством;

б) приостановлены погрузочно-откаточные и буровзрывные работы на вышележащих горизонтах сканируемой камеры.

Присоединив к сканеру призмы и кабель, крепим его к штанге или штативу и подаём в очистную камеру, так, чтобы инструмент был, как можно дальше отдален от бортов, и поле зрения сканирующего луча охватывало как можно большее пространство. Кабель укладываем по почве выработки.

Тахеометром измеряем координаты обоих призм с привязкой к шахтной системе координат (рис. 5).

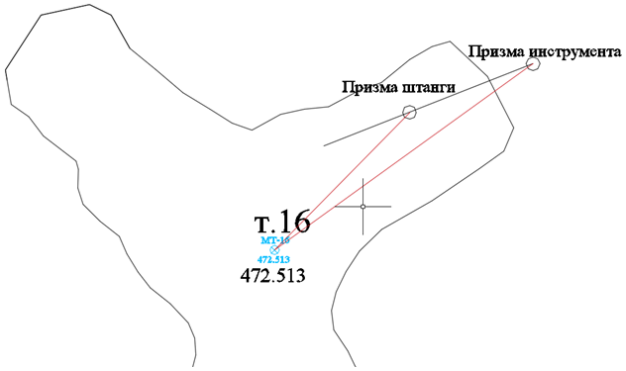


Рис. 5. Координирование призм

На ПК запускаем программу CMS. Программа CMS обеспечивает дистанционное управление инструментом, а также просмотр в реальном времени собранных данных, анализ и редактирование всех наборов данных, интеграцию наборов в общий процесс и экспорт данных в программы других производителей.

В программе CMS создаем новый проект, задаем его имя, место хранения, выбираем параметры сканирования.

После запуска сканер автоматически проводит сканирование в соответствии с заданными параметрами. После запуска сканирования вмешательство оператора не требуется.

Графический вид занимает большую часть окна ПО CMS. Все текущие сканы отображаются здесь в реальном времени. Кроме этого, ранее записанные сканы, собранные в рамках текущей модели CMS, перечислены в «дереве» проектов и могут быть включены и исключены в графическом виде по необходимости. Все отображённые данные доступны для просмотра, работы и редактирования с помощью инструментов. Большинство функций доступны как в процессе сканирования, так и в постобработке, когда сканер CMSV400 не связан с ПО CMS. Любые действия с данными будут влиять на наборы данных, задействованных для просмотра на экране. В строке состояния отслеживаем текущее количество колец из общего количества, запланированных для всего скана и оставшееся время сканирования. Все собранные точки отображаются в реальном времени в главном графическом окне. Здесь в процессе скана отображаются все графические функции. Любые препятствия или проблемы будут немедленно видимы оператору.

По окончании сканирования сканер возвратится в исходное положение. Также отобразится текстовый отчёт с основными данными скана, включающими количество собранных точек, количество отсканированных кругов и т.п. Этот файл автоматически сохранится как «*.txt» в том же месте, где и файл проекта. Выбираем «Close» (закрыть) для закрытия окна.

Нужно быть уверенным, что ни штанга, ни сканер не сдвинутся в процессе сканирования. Любое движение станет причиной искажений и неточностей в скане. Если в

процессе скана было обнаружено движение системы, то высветится предупредительное сообщение. В этом случае оператор должен решить, нужен ли дополнительный скан.

Обработка данных сканирования. По завершению работы сканер становится в начальное положение готовности, а в программе CMS отобразится текстовый отчёт по скану. Дальнейшая обработка данных позволяет получить разрезы по снятой камере и произвести подсчёты фактически отбитой горной массы, потерь и разубоживания.

Камеральная обработка 3D-лазерных сканов горных выработок выполняется в ПО CMS, входящую в комплект поставки сканера и представляет собой ввод координат призм отражателей (для ориентирования скана), составление каркаса скана, редактирование каркаса, построения в 3D-линиях сечений, подсчёта объёмов.

Программа CMS поддерживает несколько форматов сохранения данных, что позволяет нам экспортировать данные сканирования в такие программы как AutoCAD, AutoCADCivil, Micromine и другие программы, работающие с 3D-моделями.

Использование лазерного сканера при решении инженерно-маркшейдерских задач. В процессе отработки очистных камер появляется ряд вопросов, таких как контроль полноты отработки запасов (потери), соблюдение проектных параметров разубоживания, ликвидация “затяжек”, засыпка пустот, наблюдение за устойчивостью потолочин и бортов отработанного пространства.

При отработке мощных залежей или залежей с невыдержанной мощностью (места раздувов) иногда при отбойке в борту камеры остаётся рудное тело подлежащее отработке согласно проекту. До применения сканера такие потери отследить было очень сложно (практически невозможно). Определённая периодичность сканирования очистной камеры позволяет вовремя отследить оставление потерь в борту камеры и принять соответствующие меры (бурение дополнительного веера скважин или бурение горизонтальных скважин). После взрыва дополнительных скважин, произведя контрольное сканирование, мы можем увидеть результаты взрыва.

Важным факторами при отработке залежи являются потери и разубоживание. Периодически производя сканирование, мы получаем полную 3D-визуализацию камеры, позволяющую проанализировать данные по количеству потерь и разубоживания, а также своевременно принять меры по их снижению.

Объем добытой руды, учет потерь и разубоживания на руднике «Купол» производится путем обработки данных в программах AutoCAD и Micromine. Потери блока считаются по разрезам в программе AutoCAD (рис. 6). Объем блока считается после его обработки в Micromine (рис. 7). Все полученные данные со сканера и обработанные в AutoCAD и Micromine сохраняются в виде таблиц в Excel. Пример подсчитанного блока представлен в табл. 1.

Таблица 1

Результат расчета блока SZ 455-1

№ разреза	Объем отбойки	Объем отбитой пустой породы	Объем выданной ГРМ	Потери в целике	Разубоживание	Объем выданной жильной массы	Потери, %	Разубоживание, %
104	308	38	308	0	38	270	0,0	12,3
105	634	54	634	5	54	580	0,9	8,5
106	663	107	663	0	107	556	0,0	16,1
107	602	114	602	9	114	488	1,8	18,9
108	501	164	501	10	164	337	2,9	32,7
109	422	167	422	8	167	255	3,0	39,6
110	336	132	336	10	132	204	4,7	39,3
111	194	66	194	13	66	128	9,2	34,0
112	40	24	40	10	24	16	38,5	60,0
113	4	3	4	3	3	1	75,0	75,0
∑	11012	2622	11012	131	2622	8390	1,5	23,8

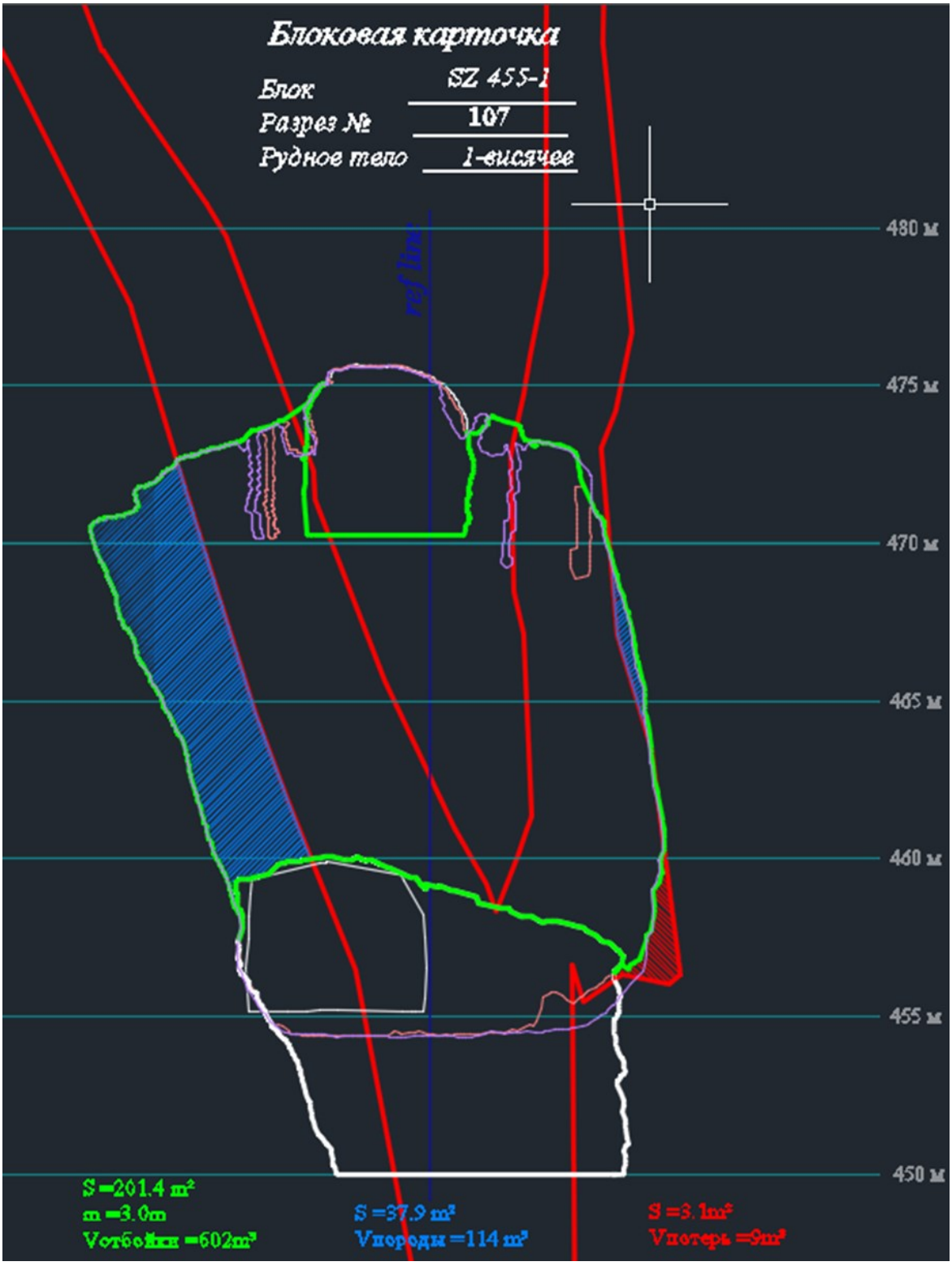


Рис. 6. Расчет потерь в AutoCAD

3D-модель камеры на основе всех данных сканирования, позволяет даже по потолочине просчитать фактический отбитый объём и реальный процент потерь и разубоживания (до применения сканера эти данные брались с технического паспорта на отработку потолочины), при этом для дальнейшей отработки потолочин и устойчивости пустот ведётся закладка очистного пространства, что позволяет вести учёт объёмов засыпки для маркшейдерского замера.

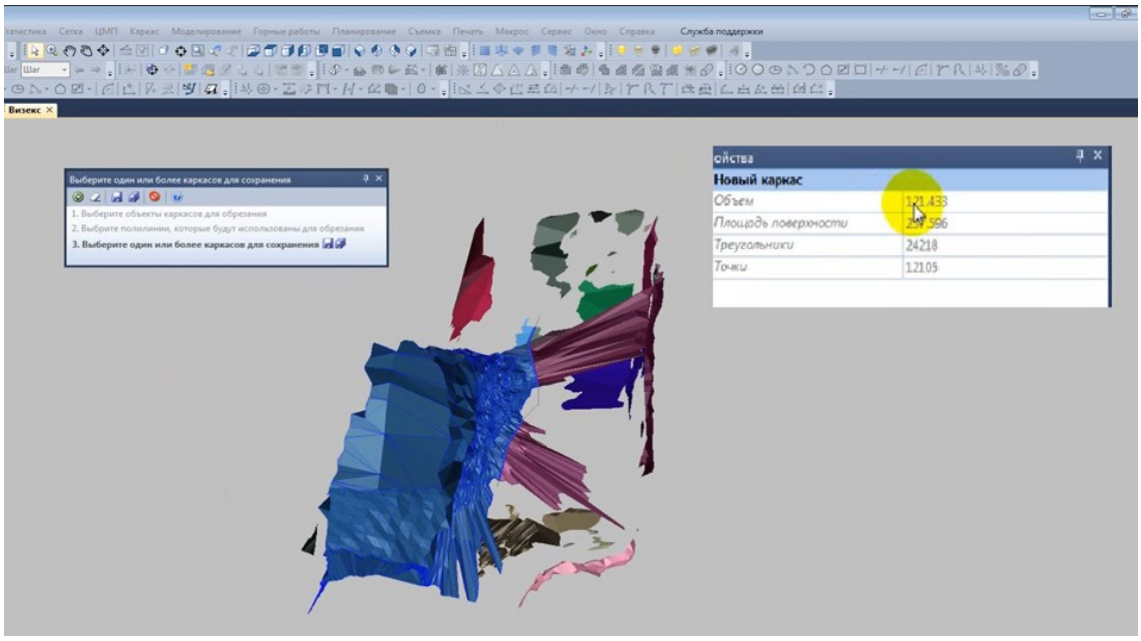


Рис. 7. Подсчет объема блока в Micromine

На основании анализа метода сканирующей тахеометрии в решении ряда маркшейдерских задач, следуют следующие выводы:

– сканер даёт возможность производить съёмку без нахождения человека в очистном

– пространстве, что обеспечивает безопасность процесса съёмки;

– возможность производства съёмки в труднодоступных местах;

– полученные результаты дают возможность получения достоверной картины очистного пространства;

– исключено влияние человеческого фактора на процесс и результат съёмки;

– возможность точного определения объёма рудной массы, а также фактических потерь и разубоживания.

К недостаткам:

– высокая стоимость оборудования;

– необходимость наличия автомобиля для перевозки оборудования;

– работа в, относительно, тёплых условиях. При низких температурах возникают проблемы с подключением устройства;

– при наличии таких факторов как туман, запыленность, влажность качество съемки падает;

– необходимость приостановки работ в районе сканирования (для исключения влияния на результат сканирования запылённости и загазованности);

– наличие «слепых зон».

Аппроксимация объектно-классификационных признаков. По данным исследований проведенных учеными, таких как Медведев Е.А., Мельников С.Р., Науменко А.И., Середович В.А., методики лазерно-сканирующей маркшейдерской съёмки должны базироваться на классификации, позволяющей оптимизировать съёмочный процесс за счёт комплексного учёта классификационных признаков.

Система для лазерного сканирования состоит из лазерного сканера и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. Сканер состоит из лазерного дальномера, адаптированного для работы с высокой частотой, и блока развертки лазерного луча. В основу работы лазерных дальномеров, используемых в лазерном сканере, положены импульсный и фазовый безотражательные методы измерения расстояний. Формой представления результатов наземного лазерного сканирования является массив точек лазерных отражений от объектов, находящихся в поле зрения сканера, с пятью характеристиками, а именно пространственными координатами (*X, Y, Z*), интенсивностью и реальным цветом.

Проведение съёмки с использованием лазерно-сканирующих систем подразумевает учёт ряда параметров снимаемых объектов, не играющих роли при осуществлении съёмки традиционными способами, например, формы объекта. В связи с этим предлагаются классификации, разделяющие объекты по признакам, отвечающим за выбор оптимального режима сканирования (табл. 2).

Таблица 2

Классификация объектов

Классификационный признак	Типы объектов	Причина использования
Форма	Правильной / неправильной формы. Вытянутой / невытянутой формы	Выбор оптимального (в отношении точности и скорости) режима сканирования и числа станций
Объём	$м^3$	Выбор оптимального (в отношении скорости и точности*) режима сканирования, удалённости от снимаемого объекта
Число вертикальных ярусов	Одноярусные Двухъярусные…	Выбор оптимального числа и местоположения станций для избежания мёртвых (слепых) зон
Высота	м	Выбор оптимального (в отношении точности и скорости) режима сканирования, выбор числа станций
Добываемая порода	С нормальным коэффициентом отражения / С низким коэффициентом отражения	Необходимость учёта для корректировки результатов съёмки (различный коэффициент отражения, наличие/отсутствие пыли)
Устойчивость откосов	Устойчивые / Неустойчивые	Выбор безопасного местоположения станций (удалённость точки стояния от нижних контуров отвала)

Количественные параметры технологического процесса съёмки должны быть обоснованы применением специальных аналитических моделей геометрических построений взаимного положения лазерного сканера и объекта съёмки.

При использовании для съёмки лазерносканирующих систем перед началом собственно съёмки ориентировочно намечаются позиции установок сканера (скан-позиции) относительно снимаемого объекта из расчёта охвата съёмкой возможно большей части объекта.

При этом изложенный критерий не обладает достаточной степенью объективности и не позволяет минимизировать объём работы лазерным сканером без потери части съёмочной информации. Учитывая, что при съёмке лазерным сканером получается большой объём избыточных измерений о снимаемом объекте, актуальной является задача оптимизировать количество получаемой такой съёмочной информации об объекте. Так, число станций сканирования (скан-позиций) должно быть достаточным для полного охвата снимаемого объекта, но при этом необходимо минимизировать их количество для уменьшения времени проведения съёмки и количества измерительной информации о снимаемом объекте.

Для решения задачи оптимизации съёмочных работ лазерным сканером условно были взяты объеты в виде правильных геометрических форм: конус, призма с трапециевидным сечением, ограниченная с двух сторон усечёнными конусами, Г-образная призма.

При съёмке сканером в обзорном режиме зона сканирования представляет собой полусферу с радиусом r, равном максимальной измеряемой дальности. Измеряемая максимальная дальность фазовых сканеров меньше, чем у импульсных, но производительность и точность съёмки значительно выше. Поэтому способ оптимизации лазерно-сканирующей съёмки разрабатывался в первую очередь для фазовых лазерносканирующих систем.

Установка сканера относительно снимаемого объекта определяется параметром l, расстоянием до нижнего контура снимаемого объекта. Допустимое значение этого параметра составляет $r_{min} < l < r$, где r_{min} – минимальное измеряемое расстояние лазерным сканером.

Конкретные значения l выбираются, исходя из угла падения лазерного луча к сканируемой поверхности, при котором и меньше которого точки лазерных отражений от снимаемой поверхности откоса не возвращаются в приёмный тракт прибора. Из анализа опыта съёмки лазерным сканером очистного пространства этот угол составляет 1°. Используя этот угол, находится значение расстояния l от сканера до объекта, при котором съёмкой захватывается верхняя часть отвала.

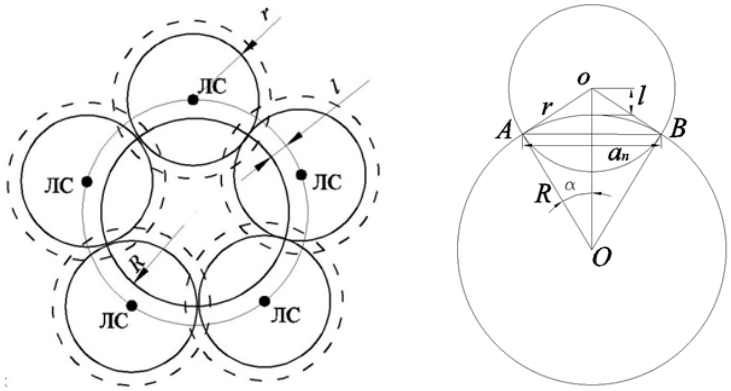


Рис. 8. Расстановка сканеров и их взаимное расположение

В случае, если снимаемый объект имеет форму усечённого конуса, то расстановка скан-позиций будет соответствовать рис. 8.

Необходимо расположить точки установки сканера, во-первых, на расстоянии l, учитывающем охват съёмкой по высоте и, во-вторых, таким образом, чтобы дальности действия сканера (окружности радиуса r) соприкасались в точках пересечения окружностей радиусом r с внешним (нижним) контуром объекта, т.е. с окружностью радиуса R (точки A и B на рис. 8). Отсюда количество станций (n) можно определить из решения геометрической задачи (схема на рис. 8) с использованием теоремы косинусов по формуле:

$$n = \frac{\pi}{\arccos\frac{R^2 + (R+l)_2 - r^2}{2R(R+l)}}, \qquad (1)$$

Областью определения функции является выражение $r_{min} < l < r$, где r_{min} – минимальное измеряемое расстояние лазерным сканером, что обосновывает приведённые выше допустимые значения данных переменных.

Для формирования зон перекрытия, в пределах которых во время съёмки будут устанавливаться марки внешнего ориентирования, в формулу (1) необходимо подставить дальность сканирования r на 10 % меньше максимальной. Тогда при производстве съёмки от точек соприкосновения уменьшенных радиусов сканирования (от точек A и B на рис. 8) в обе стороны сформируются зоны перекрытия шириной 0,2r, в пределах которых устанавливаются марки внешнего ориентирования и которые будут являться общими для соседних сканов. В результате можно будет решить задачу регистрации сканов в единой системе координат.

Следующим изучаемым объектом является призма с трапециевидным сечением, ограниченная с двух сторон усечёнными конусами.

Исходя из того, что геометрически нижняя граница данного тела имеет вид прямоугольника и двух полуокружностей, можно вывести формулу определения n:

$$n = \frac{L}{\sqrt{r^2 - l^2}} + \frac{\pi}{\arccos\frac{R^2 + (R+l)^2 - r^2}{2R(R+l)}}, \qquad (2)$$

Областью определения данной функции является выражение $r_{min} < l < r$, где r_{min} – минимальное измеряемое расстояние лазерным сканером.

В процессе производства горных работ образуются объекты разнообразной сложной формы. Для изучения оптимального количества скан-позиций была рассмотрена одна из упрощённых форм объекта, условно названная Г-образной. Подобные объекты могут быть изучены как две призмы трапециевидного сечения с прямоугольным основаниями ограниченными с двух сторон частями усечённых конусов (рис. 9). Из геометрии нижней границы изучаемого объекта следует формула (3), областью определения данной функции является выражение $r_{min} < l < r$:

$$n' = \frac{L_1}{\sqrt{r^2 - l^2}} + \frac{L_2}{\sqrt{r^2 - l^2}} + \frac{\pi}{4\arccos\frac{R_2^{\,2} + (R_2 + l)^2 - r^2}{2R_2(R_2 + l)}} + \frac{\pi}{\arccos\frac{R_1^{\,2} + (R+l)^2 - r^2}{2R_1(R_1 + l)}}, \qquad (3)$$

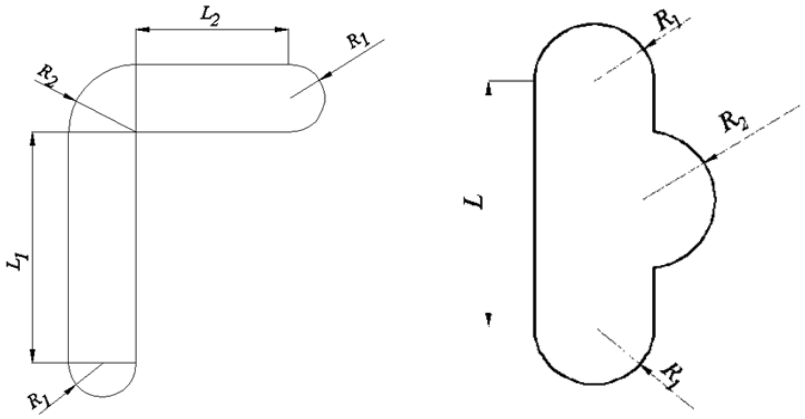


Рис. 9. Граница изучаемой Г-образной призмы и объекта

В некоторых случаях встаёт вопрос о правомерности использования данной формулы: если значения L_1 и L_2 объекта приблизительно равны между собой, а также, если угол поворота сильно выполаживается. При совпадении этих двух условий форма объекта стремится к полусферической, а его нижняя граница приобретает очертания окружности. Опытным путём было установлено, что при соотношении $L_1 = 1{,}5L_2$ использование формулы 1 приведёт к более точным результатам.

При соотношении $L_1 = 1{,}6L_2$ количество станций, определяемое по формулам (1) и (3) приблизительно одинаково. Если же разница в соотношении длин сторон превышает заявленный предел (1,6), то объект уже рассматривается как вытянутый и количество станций определяется по формуле (3).

Использование формулы (3) позволяет определить число станций, необходимых для полного охвата нижней границы объекта в процессе съёмки с заданной точностью. Но эта формула составлялась на основе геометрически правильных фигур: прямоугольников и окружностей. На практике объекты имеют сильно размытые границы, к тому же не учитывается тот факт, что поворот объективно не является четвёртой частью окружности. Подобные допущения вынуждают рассмотреть возможность введения коэффициента, который бы приближал реальное число станций к гипотетическим, посчитанным по формуле (3). По результатам ранее проведенных исследований в программной среде AutoCAD моделей объектов различных размеров было выявлено, что подобный коэффициент приблизительно равен 0,9, т.е. окончательное число станций равно $0{,}9r$.

При планировании съёмки верхней части объекта точки установки лазерного сканера относительно друг друга определяют, исходя из полноты охвата и их расположения относительно контура верхней части объекта и в целях безопасности наблюдателя, на расстоянии. Количество точек установки зависит от площади снимаемой верхней части отвала. Моделирование размещения точек установки лазерного сканера выявило следующую закономерность.

Учитывая, что геометрический параметр R является одним из параметров усечённого конуса, призмы с трапециевидным сечением, Г-образной призмы, то по результатам моделирования были получены зависимости общего количества станций установки от параметра R.

Так, для съёмки верхней части объекта, близкого по форме к усечённому конусу, n_0 определяется следующим образом:

при $R \leq r$, $n_0 = n + 1$;

при $r < R < 3r$, $n_0 = 2n - 5$;

при $3r < R < 4r$ $n_0 = 3n - 15$ и т.д.,

где n – число скан-позиций, определяемое по формуле (1_.

Для объектов, близких по форме к призме с трапециевидным сечением или Г-образной призме общее количество установок сканера определяется из следующей закономерности:

при $R < 2rn = 2n - 5$;

при $2r < R < 3rn = 3n - 15$;

при $3r < R < 4rn = 4n - 30$,

где n – число скан-позиций, определяемое по формулам (2) – для пространства в форме призмы с трапециевидным сечением и (3) – для пространства в форме Г-образной призмы соответственно.

Обоснование точности определения объёма пространства должно быть основано на аналитических зависимостях, полученных из моделирования измерительных процессов съёмок.

Известны следующие способы определения объёмов и массы породы и полезного ископаемого: способ горизонтальных сечений, способ вертикальных сечений, способ объёмной палетки и способ правильных геометрических фигур.

При использовании лазерно-сканирующих систем при съёмке объектов происходит накопление погрешности. Причём наиболее полную оценку точностных параметров лазерно-сканирующей съемки можно сделать на примере определения объема. В этом случае, независимо от применяемой измерительной техники, определение объема разбивается на два процесса:

– собственно съемка объекта, объем которого надо определить, и моделирование снятой поверхности;

– определение объема путем вписывания элементарных объемов в пространство, ограниченное этой поверхностью.

Отсюда общая погрешность определения объема должна определяться с учетом закономерностей накопления погрешностей измерений внутри каждого из приведенных процессов.

Закономерности накопления погрешностей анализировались на модели маркшейдерско-геодезических измерительных процессов тахеометрической съемки, с дискретным получением точек при съемке склада (отвала, насыпи). Измерительные процессы лазерно-сканирующими системами моделировались на базе модели измерительных процессов традиционной съемки путем увеличения плотности съемочных точек внутри этой базовой модели. На полученной таким образом модели изучались закономерности накопления погрешностей измерений при тотальной съемке лазерно-сканирующими системами.

$$V = h_1\frac{S_1}{3} + h_2\frac{S_2}{2} + h_2\frac{S_1}{2} + \ldots + h_{i+1}\frac{S_i}{2} + h_{i+1}\frac{S_{i+1}}{2} + \ldots + h_{N+1}\frac{S_N}{3}, \quad (4)$$

Используя формулу средней квадратической погрешности оцениваемой функции, выраженную через средние квадратические погрешности аргументов, была получена формула средней квадратической погрешности определения объема объекта *MV*:

$$M_V^2 = \left(\frac{h_1}{3}\right)^2 m_s^2 + \left(\sum_{i=1}^{n-1} h_{i+1}^2\right) m_s^2 + \left(\frac{h_{N+1}}{3}\right)^2 m_s^2 + \left(\frac{5}{6}S_1\right)^2 m_h^2 + \left(\sum_{i=1}^{n-2} S_{i+1}^2\right) m_h^2 + \left(\frac{5}{6}S_N\right)^2 m_h^2 \quad (5)$$

где S_i – площади сечений, i = 1, 2, 3, …, n; h_i – расстояния от границ склада полезного ископаемого до ближайших сечений и между сечениями, i = 1, 2, 3, …, N+1; m_s^2 – средняя квадратическая ошибка определения площади; m_h^2 – средняя квадратическая ошибка определения расстояния. Предположим, что $S_1 \approx S_2 \approx \ldots \approx S_N$ и $h_1 \approx h_2 \approx \ldots \approx h_N$, тогда

$$M_V^2 = 0{,}2h^2m_s^2 + (N-1)h^2m_s^2 + 0{,}8S^2m_h^2 + (N-2)S^2m_h^2 = (N-1)\left(h^2m_s^2 + S^2m_h^2\right) \quad (6)$$

Параметр h_i при съёмке лазерно-сканирующими системами задаётся при обработке результатов сканирования, поэтому $m_s^2 = 0$. Отсюда

$$M_V^2 = (N-1)h^2m_s^2 \quad (7)$$

$$S = \frac{1}{2}\sum_1^n x_i\left(y_{i+1} - y_{i-1}\right) \quad (8)$$

Исходя из того, что площадь вертикального сечения можно найти по формуле (8), погрешность определения площади получается по формуле:

$$m_s^2 = m_L^2 n\left(y_{i+1} - y_{i-1}\right) \quad (9)$$

где $m_L = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$; n – число снимаемых точек в сечении; m_x^2 и m_y^2 – средние квадратические ошибки определения приращения по горизонтальной оси X и по вертикальной оси Y соответственно. Учитывая, что приращения можно получить тригонометрическим нивелированием через измеренные расстояния L_i и вертикальные углы i на съемочные точки вертикальных сечений, m_x^2 и m_y^2 определяются следующим образом:

$$m_x^2 = n(\cos\delta)^2 m_l^2 + n(\sin\delta)^2 L^2 \frac{m_\delta^2}{p^2} = n\left[m_l^2(\cos\delta)^2 + L^2 \frac{m_\delta^2}{p^2}(\sin\delta)^2 \right] \quad (10)$$

$$m_y^2 = n(\sin\delta)^2 m_l^2 + n(\cos\delta)^2 L^2 \frac{m_\delta^2}{p^2} = n\left[m_l^2(\sin\delta)^2 + L^2 \frac{m_\delta^2}{p^2}(\cos\delta)^2 \right] \quad (11)$$

где m_L – общая погрешность измерений; m_l – погрешность измерений расстояний L_i; m – погрешность измерений вертикальных углов i; $p = 206265$.

Значение m_S позволяет производить расчёты ошибки определения объёма MV, а также относительной ошибки mV и изучить влияние на эти величины количества вертикальных сечений, при сканировании, представляющих собой движение лазерного луча в вертикальной плоскости. Информация о числе сечений, при котором изучаемые ошибки будут минимальны, позволит производить съёмку объекта в оптимальном режиме по точности последующего определения объёма.

Расчёты проводились для нескольких форм объектов: вытянутая призма, изометрическая призма, полусфера и клиновидная призма. Это формы элементарных объёмов, вписываемых в пространство, ограниченное поверхностью объекта. В ходе исследований была выведена также зависимость между габаритными размерами объектов и характера влияния числа вертикальных сечений на ошибку определения объёма. Все результаты расчётов были отражены на построенных трёхмерных графиках зависимости между абсолютной и относительной погрешностью определения объёма от количества и площади вертикальных сечений $MV = f(n, S)$, $mV = f(n, S)$, а также на двухмерных графиках зависимости указанных погрешностей от количества вертикальных сечений $MV = f(n)$ и $mV = f(n)$.

Результатом исследований является получение методических указаний (табл. 3) по производству лазерно-сканирующей съёмки, в которых отражена информация о зависимости погрешности определения объёма объекта от его параметров и числа вертикальных сечений, позволяющая минимизировать влияние этой величины на результат съёмки и оптимизировать плотность съёмки лазерным сканером.

Таблица 3

Методические указания по производству лазерно-сканирующей съёмки

№ п/п	Форма снимаемого объекта	Размер снимаемого объекта	Число сечений, n	Число ТЛО, млн. точек	Приблизительная величина погрешности определения объёма, mV
1	вытянутая	до 100 м	800...900	10,8...12,15	0,38...0,9
2		100...1000 м	1000...1200	13,5...16,2	0,01...0,05
3		более 1000 м	1500	20,25	0,002
4	изометрическая	до 100 м	500...700	6,75...9,45	0,03...0,05
5		100-1000 м	700...800	9,45...10,8	0,0013...0,005
6		более 1000 м	900	12,15	0,0005
7	полусферическая	до 100 м	1000	13,5	0,018
8		100...1000 м	2000	27,0	0,0001
9		более 1000 м	5000	67,5	0,00001
10	клиновидная	до 100 м	5000...6000	67,5...81,0	0,8...2,5
11		100...1000 м	7000...8000	94,5.108,0	0,1...0,3
12		более 1000 м	8000	108,0	0,04

Заключение. При выполнении контрольных съёмок геометрических параметров конструктивных элементов полостей очистного пространства возникает задача выполнения этих работ с более высокой и определённой точностью. Для лазерно-сканирующих систем (CMS V400, VoidScanner, Leica HDS 6000 +) погрешность съёмки (m_c) зависит от дальности (радиуса) сканирования (r) и свойств отражающей способности поверхности снимаемого объекта $(I_{отр})$ – $m_c = f(r, I_{отр})$. Эта зависимость приведена в технических паспортах этого типа лазерных сканеров. Следовательно, задавая радиусы съёмки при определённой отражающей способности поверхности снимаемого объекта, можно определить, какая им будет соответствовать погрешность съёмки. Затем, используя выбранный радиус съёмки в изложенном выше способе её оптимизации, можно запланировать съёмку объектов с наперёд заданной погрешностью.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектная документация на подземную отработку золото-серебряного месторождения «Купол». Магадан, 2016.

REFERENCES

1. Proektnaya dokumentaciya na podzemnuyu otrabotku zoloto-serebryanogo mestorozhdeniya «Kupol». Magadan, 2016.

APPROXIMATION METHODS TERRESTRIAL LASER SCANNING OF TACHEOMETRY THE SURVEY OF UNDERGROUND WORKINGS

Kurbatova V.V.

Annotation: the analysis of the validity of the laser scanning of tacheometry in underground mining field approximation and object classification features, responsible for the selection of the optimal mode of scanning.

Key words: classification criteria, laser scanning tacheometry, scanner, survey measurement, survey.

© Курбатова В.В., 2018

Курбатова В.В. Аппроксимация методики наземной лазерно-сканирующей тахеометрии к съемке подземных выработок // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 40-52.

Kurbatova V.V. 2018. Approximation methods terrestrial laser scanning of tacheometry the survey of underground workings. Vector of Geosciences. 1(3): 40-52.

УДК 504.55.054: 622 (470.6)

К ПРОБЛЕМЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХРАНИЛИЩ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ ДОНБАССА

Шяймартдянов Тимур Эльдарович – аспирант, Северо-Кавказский государственный технологический университет, v.i.golik@mail.ru

Аннотация: сформулирована важная научно-практическая проблема комплексного использования отходов обогащения угля. Дифференцировано по районам и месторождениям региона, исследованы и систематизированы свойства углесодержащих хвостов обогащения, как основа для их рациональной утилизации при рекультивации шахтной поверхности. Акцентировано внимание к горелым породам и к содержанию металлов в хвостах обогащения углей. Предложена типизация горелых пород по их функции в хранилищах хвостов. Систематизирован и описан механизм воздействия продуктов отвальных процессов на экосистемы окружающей среды. Дифференцированы по последствиям и ранжированы факторы негативного влияния породных отвалов на окружающую среду. Приведены сведения об истории и динамике образования отвалов хвостов обогащения на территории Восточного Донбасса. Показано, что отходы обогащения угля, золы и шлаков работающих на угле электростанций могут использоваться для промышленного производства глинозема, коагулянтов для очистки воды, абразивных и жаропрочных сплавов, раскислителей для сталелитейного производства, строительных материалов, редких и рассеянных элементов и других продуктов и материалов. Отмечено требование к использованию хвостов обогащения углей только после извлечения из них металлов до норм ПДК. Дано количественное значение содержания химических элементов в отвалах угольных шахт. Обозначены технические решения по рекультивации шахтной поверхности. Показана роль хвостохранилищ в создании новой практически неограниченной минерально-сырьевой базы производства металлов с использованием новых технологических схем обогащения и извлечения химических элементов. Сделан вывод, что традиционные технологии доизвлечения металлов не решают проблемы безотходности, поскольку металлические примеси в углях являются продуктом природного выщелачивания руд, заключенным в минеральные матрицы, и могут быть извлечены приложением высокой энергии в ходе инновационных процессов.

Ключевые слова: хвосты обогащения, угли, утилизация, рекультивация, металлы, окружающая среда, Восточный Донбасс.

Введение. Россия обладает 16 % всех природных минерально-сырьевых ресурсов мира. Ее доля в мировых запасах железа более 27 %, никеля – 36 %, меди – 11 %, кобальта – 20 %, олова – 12 %, цинка – 16 %, металлов платиновой группы – 40 %. Стоимость сырья, ежегодно извлекаемого из недр России, по ценам мирового рынка составляет около 100 млрд. долларов.

Сегодняшнее состояние минерально-сырьевой базы России характеризуется истощением богатых и крупных месторождений полезных ископаемых, поэтому повышается актуальность более полного и комплексного использования недр [1...4].

Донецкий угольный бассейн выдал первый уголь в 1723 г. В годы довоенных пятилеток построено более 100 новых шахт и первая в мире станция подземной газификации углей.

После восстановления шахт в 1945 г. Донбасс давал угля больше, чем любой другой угольный бассейн СССР, но с середины 70-х гг. наметилась тенденция удорожания добычи угля при снижении его качеств, а в 1995...1997 гг. добыча угля была прекращена на 20 шахтах.

Техническое перевооружение перспективных шахт осложнялось тем, что не было оборудования для работ в специфических условиях: малая мощность пластов, крепкие вмещающие породы, большая глубина разработки и интенсивное проявление горного давления.

Россия испытывает острый дефицит в цветных, благородных и редкоземельных

металлах, базой для производства которых могли бы быть хвосты обогащения угольных шахт. Вместе с этим обострилась проблема хранения отходов обогащения углей, отвалы которых являются преобладающей принадлежностью Донбасса.

Проблема использования отходов особенно актуальна для Донбасса, где за 200 лет добычи каменных углей и антрацитов накоплено до 1300 терриконов общим объемом более 1 млрд. м^3 на 5500 га пригодных для сельского хозяйства земель.

Техногенные месторождения доступны для эксплуатации технологиями переработки угле-отходов. Это позволит решать одновременно две важнейшие задачи – улучшение экологической обстановки и увеличение ресурсной базы минерального сырья.

Рекультивация породных отвалов является мерой восстановительного характера, направленной на устранение негативного воздействия горных работ на окружающую среду и рассматривается как основное направление восстановления ценности нарушенных земель и улучшения условий окружающей среды. Вся история и состояние Донбасса свидетельствует о неэффективности процессов рекультивации [5...7].

Вначале это объяснялось недостаточной технической вооруженностью процессов рекультивации. Однако, в новое время сформировалась проблема экономического плана. Захоронение и утилизация хвостов обогащения чреваты потерями ценных компонентов отвалов: металлов, в первую очередь, цветных, благородных и редкоземельных. Одна тонна угля Донецкого бассейна содержит 462 г иттрия, 595 – рубидия, 287 – серебра, 177 – тантала, 156 – гафния, 103 – тербия, 86 – лютеция, 27 – золота и т.д. В добыче донецких углей содержится драгоценных металлов по современным ценам на сумму, в 20 раз превышающую стоимость от проданных углей.

В настоящее время в стране накоплено более 12 млрд. т твердых отходов, в которых содержание ценных компонентов нередко выше, чем в рудах природных месторождений. В России ежегодно производится до 75 млн. т опасных отходов, 18 % из них утилизируются, а более 65 % направляются в хранилища. Следствием существующего положения с использованием минеральных ресурсов является потеря до 20...30 % добытых запасов, что превышает добычу ресурсов ряда добывающих стран.

Цель и задачи. Целью настоящего исследования является доказательство необходимости включения в комплекс работ по рекультивации поверхности угольных шахт извлечение металлов из хвостов обогащения до уровня ПДК с использованием без ограничений.

Цель может быть достигнута решением задач совершенствования технологических процессов утилизации углей путем создания технологического процесса и комплекса оборудования для извлечения из отходов металлы до уровня требований к их неограниченному использованию.

Методы. Сведения о свойствах и запасах углесодержащих хвостов и механизм их влияния на экосистемы окружающей среды систематизируются путем изучения истории шахт.

Возможность использования отходов обогащения угля для промышленного производства для производства строительных и иных материалов, а также редких и рассеянных элементов доказывается анализом литературных источников. Количественное значение содержания химических элементов в отвалах угольных шахт приводится на основании результатов лабораторных исследований. Вывод о том, что традиционные технологии доизвлечения металлов не решают проблемы безотходности, делается на основании данных о состоянии дел в угольной промышленности региона.

Основная часть. **Свойства углесодержащих хвостов.** Добываемая углесодержащая горная масса проходит обогащение с выделением товарного продукта и хвостов переработки (рис. 1).

Отходы углеобогащения в отличие от пород угольных месторождений характеризуются более высоким содержанием угля, более стабильным вещественным составом, меньшим содержанием песчаников, большим содержанием аргиллитов, увеличением содержания серы и меньшей механической прочностью.

Хвосты обогащения углей складируют для постоянного хранения в отвалы (рис. 2).

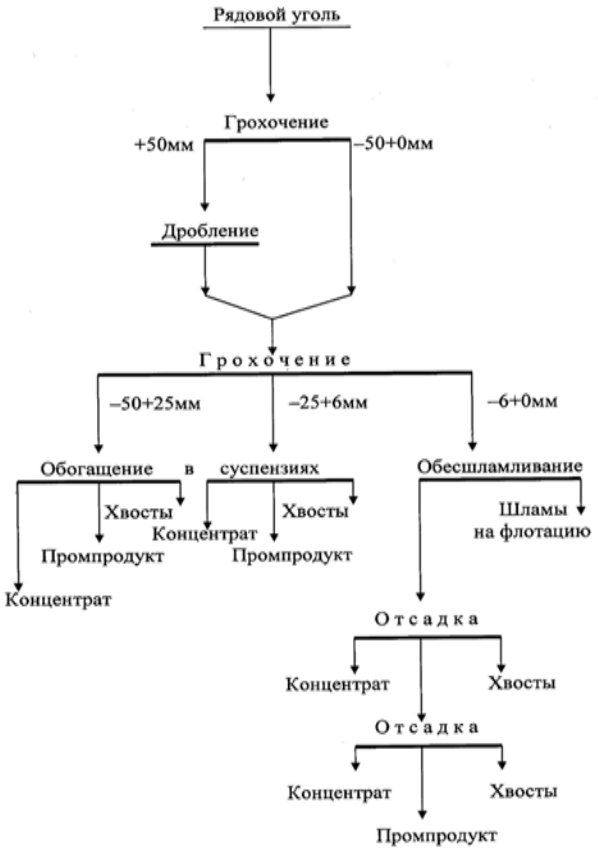


Рис. 1. Схема обогащения угля

В Восточном Донбассе из 450 отвалов 340 или горят или уже сгорели.

Породы перегоревших шахтных отвалов образовались в результате естественного обжига под влиянием высоких температур. Особенностью горелых пород является их пористость и наличие микротрещин при самообжиге.

Наиболее сильно изменены аргиллиты, представленные спекшейся породой, содержащей металлы. Характерной чертой их является высокое содержание Fe_2O_3 (до 70 %). Высокое содержание Al_2O_3 характерно для пород терриконов Донбасса. В Донецко-Макеевском районе Донбасса содержание Al_2O_3 составляет: в текущих отходах угледобычи – 23 %, отвалах обогатительных фабрик – 20 %, отходах флотации – 26 %, породных отвалах – 22 %. Высокое содержание глинозема отмечается в отвалах шахты им. Горького, №8 «Ветка», «Красногвардейская» – 26...27 %).

Рис. 2. Отвал хвостов обогащения углей

Хвосты углеобогатительных фабрик можно рассматривать, как техногенные месторождения глинозема.

Нами выявлены высокие кларки концентрации *Ge*, *Hg*, *Cr*, *Cu*, *Cs*, *Pb*, *Ce* – 1,47...30 (в аргиллитах), *Hg*, *Cr*, *Th*, *Pb*, *Ce*, *Zn* – 1,27...6,5 (в алевролитах), *Sb*, *Sn*, *Ba*, *Pb*, *Cu*, *Se* – 10...150 (в песчаниках).

Хвосты флотационного обогащения обогатительных фабрик Колосниковская, Советская и др. характеризуются повышенным содержанием скандия (до 30 г/т), иттрия (до 30 г/т), галлия (до 45 г/т).

Высокое содержание золота зафиксировано в отходах угледобычи шахты «Кировская-Западная» (Макеевуголь) и «Колосниковская» – до 60 раз превышающих кларки – 0,06 г/т.

Продуктами обжига пустых пород месторождений каменных углей, являются глинистые и глинисто-песчаные породы, обожженные в недрах земли при пожарах в угольных пластах, и отвальные перегоревшие шахтные породы.

Их истинная плотность составляет 2,4...2,7 г/см³, средняя плотность – 1300...

2500 кг/м³, прочность на сжатие – 20...60 МПа. По основным физическим и химическим свойствам они близки к глинам, обожженным при 800...1000°С.

Признаком для выделения их в особую разновидность, является наличие активного глинозема в виде радикалов дегидратированных глинистых минералов или активного глинозема, кремнезема и железистых соединений, что объясняет их высокую сорбционную способность. Содержание несгоревшего топлива достигает 2...3 % и более.

Наряду с природным сырьем, к горелым относят и перегоревшие породы, содержащие менее 5 % углистых примесей и обожженную минеральную глинисто-песчаную часть. Под действием кислорода воздуха уголь и сера возгораются, а порода под влиянием температуры до 1000°С подвергается обжигу.

Наиболее интенсивно горят породы в отвалах хвостов обогащения коксующихся или антрацитовых углей. Степень обжига горелых пород зависит от равномерности поступления влаги и воздуха. Обжиг происходит неравномерно, поэтому в результате образуется материал различной степени обжига с неодинаковыми физико-механическими свойствами. Например, размер частиц изменяется от 40 см до долей миллиметра.

Горелые породы в целом однородны по химическому составу и содержат (по массе) 49...62 % SiO_2; 20…40 % Al_2O_3; 2...13 % Fe_2O_3; 1,5...3,5 % CaO и др.

Горелые породы, содержащие обожженные глинистые материалы, обладают активностью по отношению к извести и используются как гидравлические добавки в вяжущих известково-пуццоланового типа, портландцементе, пуццолановом портландцементе и автоклавных материалах. Высокая адсорбционная активность и сцепление с органическими вяжущими позволяют применять их в композициях. Естественно обжигаемые аргиллиты, алевролиты и песчаники применяются в производстве жаростойких бетонов и пористых заполнителей. Некоторые горелые породы имеют пониженную плотность, что позволяет использовать их в качестве заполнителей для легких растворов и бетонов.

Активность дегидратированных глин зависит от строения кристаллической решетки и убывает от каолинита к гидрослюдам. Наряду с гидравлической активностью, характеризуемой поглощением извести, горелые породы характеризуют величиной адсорбционной активности.

Максимальную активность имеют породы, обожженные при 500...600°С, повышение температуры до 800...1000°С активность снижает.

В составе горелых пород выделяют типы:

– химически инертные пелиты;

– источники цементных минералов, концентраторы S, F, Cl;

– источники токсичных газов, содержащие S, F, N, Cl;

– концентраторы $(SO_4)^{2-}$, Cl^-, $(NH_4)^+$ – источники загрязнения почв и вод.

Среди качеств горелых пород особенно нежелательны водопоглощение и влажность, капиллярное всасывание и гидрофильный характер поверхности, обладают не полностью сгоревшие угольные частицы и легко вступающие в реакции с кислородом и водой колчеданы, например, пирит, марказит и др.

Углистые и глинистые примеси обладают пониженной механической прочностью по сравнению с твердым керамическим черепком обожженной части и измельчаются естественным путем в отвале.

Влияние на окружающую среду

Отвал средних размеров выделяет в год 15 тыс. тонн CO_2, 5 тыс. тонн CO и огромное количество пыли. Отвалы подразделяют на негорячие, нетоксичные; токсичные, горящие не антрацитовые; токсичные антрацитовые с интенсивным горением; терриконы обогатительных фабрик. Поверхностный слой отвалов выветривается и смывается водой. Он содержит практически все минеральные элементы, особенно много фосфора и калия. Неблагоприятное воздействие на флору оказывают значительная кислотность, наличие большого количества подвижных форм алюминия, малая влагоемкость и высокая температура почв в очагах горения.

В результате физического и химического выветривания порода разрушается и вместе с горючими газами является постоянно

действующим источником загрязнения окружающей среды [8...12].

Водная эрозия отвалов характеризуется выносом с каждого гектара их поверхности в окружающую среду от 2,5 до 3,5 тонн породы, содержащей опасные компоненты. Снизить активность водной эрозии пытаются созданием искусственных насаждений и развитием самосевной древесной растительности.

Внутри отвалов создаются благоприятные условия для окисления, благодаря деятельности микроорганизмов. Окисление сульфидной серы осуществляется обычно автотрофными микроорганизмами, использующими CO_2 и получающими энергию при окислении серы и ее продуктов. Микроорганизмы устойчивы в условиях кислой среды, но не переносят высокие температуры. Поэтому микроорганизмы начинают процесс окисления, который сопровождается выделением тепла, и разогревают определенную зону, а собственно горение протекает внутри терриконa при доступе достаточного количества кислорода. Отвалы хвостов служат источниками загрязнения водной среды сульфатами и токсичными компонентами. При этом загрязняется поверхностный сток, выщелачивающий растворимые сульфаты с поверхности терриконов и почв, и подземные воды в процессе инфильтрации загрязненных атмосферных осадков.

Отвалы занимают большие площади сельскохозяйственных земель, снижают производительность земель, загрязняют атмосферу газами и пылью, а также нарушают гидрогеологический режим местности (рис. 3). Токсичные воды отвалов уничтожают растительность на прилегающей территории.

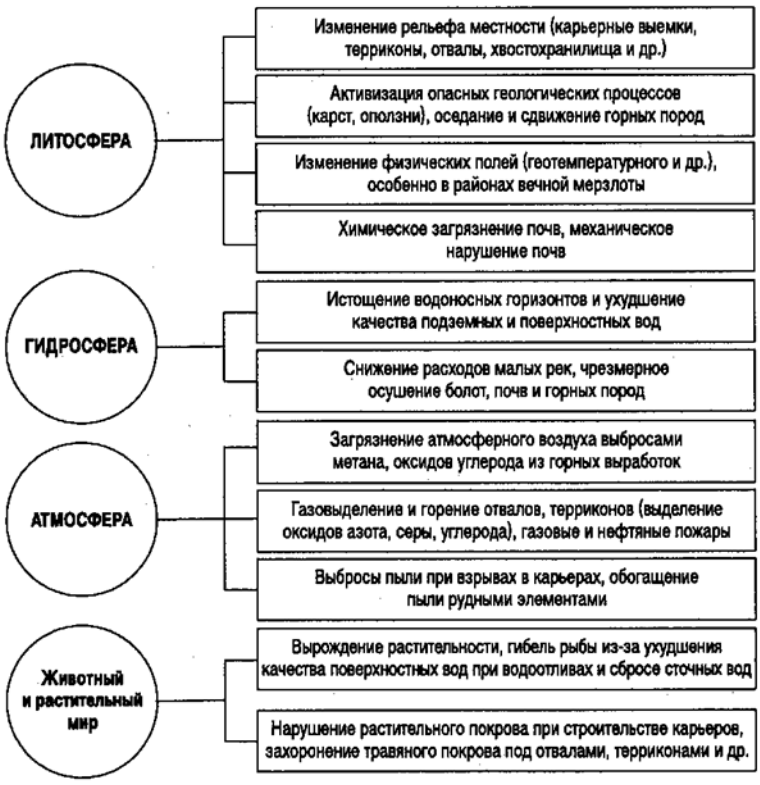


Рис. 3. Влияние отвалов обогащения углей на окружающую среду

Основными факторами негативного влияния породных отвалов на окружающую среду являются: нарушение естественного ландшафта земной поверхности; пылегазовые загрязнения атмосферы; нарушение гидрогеологического режима прилегающих территорий; химическое и радиологическое загрязнение почв и вод.

Примерно 80 % добываемого угля направляется на производство энергии, до 20 % используется металлургической промышленностью. На всех этапах создаются хранилища хвостов обогащения и использования.

При добыче и обогащении углей на 1 т товарного угля образуется 3,3 т отходов.

Ежегодно на территории России в процессе добычи угля из недр извлекается порядка 0,5 млрд. м^3 горной массы, образуется около 60 млн. м^3 минеральных отходов обогащения и 20 млн. м^3 шлаков.

Используется лишь до 10 % накопленных минеральных ресурсов этого вида. На территории Восточного Донбасса функционируют более 450 отвалов шахт и обогатительных фабрик. В течение последних восьми лет на территории Ростовской области ежегодно образуется от 7 до 8 млн. т твердых промышленных отходов, около 50 % из которых приходится на долю углеотходов.

Борьба с негативным влиянием отвалов хвостов угледобычи включает в себя покрытие изолируемых хвостов изолирующими слоями земли с предотвращением выбросов, организацией поверхностного стока, предотвращением фильтрации атмосферных осадков в горизонты подземных вод, рекультивацией и озеленением (рис. 4).

Рис. 4. Рекультивация отвала хвостов обогащения углей

Одним из способов снижения вредного воздействия считается озеленение терриконов с помощью лесных насаждений, которые позволяют регулировать поверхностный сток и сократить эрозионные процессы на поверхности отвалов.

Направления утилизации хвостов. В Российском Донбассе практически вся выдаваемая шахтами порода складируется в хранилища, которые пригодны для изготовления строительного кирпича, керамических изделий, стенового материала, бетонных заполнителей и других целей. Наиболее востребованы горелые породы, содержащие менее 5 % углистых примесей и обожженную глинисто-песчаную часть.

Горелые породы используются в качестве заполнителей в бетонах, которые после автоклавной обработки приобретают прочность до 30 МПа. Автоклавная обработка бетонов с заполнителями из горных пород дает возможность изготовлять блоки и панели, например, крепежные бетониты для крепления горных подземных выработок.

Хвосты обогащения углей пригодны для получения глинозема (Al_2O_3) с последующей выплавкой алюминия. Глинозем и алюминий получают из бокситов, содержащих более 26...28 % глинозема .

Минеральные отходы добычи и обогащения угля, золы и шлаки электростанций, работающих на угле, могут использоваться для промышленного производства глинозема, коагулянтов для очистки воды, абразивных и жаропрочных сплавов, раскислителей для сталелитейного производства, строительных материалов, редких и рассеянных элементов и других продуктов и материалов [13...15].

Достигнуты успехи при получении жидких продуктов из некондиционных углесодержащих минералов методом гидрогенизации под давлением от 6 до 600 МПа.

Бурые и окисленные каменные угли содержат гуминовые кислоты, которые могут быть выделены растворами щелочей в виде водорастворимых солей – стимуляторов

роста растений.

Сферические и мелко-зернистые адсорбенты из каменных углей с регулируемой пористостью пригодны для очистки крови, сточных вод от органических примесей, выделения золота и серебра из цианистых растворов и получения чистого азота и др.

На основе бурого угля производят мелкозернистые активные угли для очистки воды и выделения благородных металлов. В отходах обогащения бурых углей содержится горный воск, используемый для точного литья и в качестве добавок к пластификаторам, лакам, краскам и кремам.

Углепластики применяются в строительстве сооружений для защиты фундаментов зданий. В крупнопанельном строительстве используют углеродсодержащие герметики на базе композиций полиизобутилена или полиэтилена. Для покрытия полов и дорог применяют эпоксидные углепластики. Из полимеров этилена и эфиров акриловой кислоты в смеси с углем получают быстровысыхающие мастики.

Угольная пыль, вводимая в изделия из полиэтилена, заменяет дефицитную сажу, а в эбонитовых изделиях снижает расход серы.

Углеграфитовые материалы применяются в производстве стали, алюминия, полупроводниковых материалов, в атомной энергетике, авиации и т.п.

Углесодержащая порода верхней вскрыши служит исходным сырьем для производства абразивных и огнеупорных материалов.

Минеральные компоненты углей являются сырьем для производства легких пористых заменителей для бетона – аглопоритов и строительной керамики.

Отходы угледобычи используются для планировки территорий, подсыпки дорог, для производства строительной керамики. А отходы, содержащие углерод, являются сырьем для изготовления высококачественных керамических стеновых материалов и легких пористых заполнителей.

Прототипом технологии утилизации отходов угледобычи является метод HALDEX (Венгрия). При обогащении углесодержащих отходов из угольных отвалов конечными продуктами являются уголь (30...10 мм, 0...10 мм) и сланцы. Сланцы используются в производстве цемента, строительной керамики, кирпича, легких агрегатов, его добавляют в бетонные смеси. Фракции размером от 3 до 30 мм используются в качестве закладочных материалов для шахт.

Шламы от флотации каменного угля используют как топливо после уменьшения влаги до 8...10 %. Шламы бурого угля используют в сельском хозяйстве**.** Гумусовые кислоты, содержащиеся в них, улучшают структуру почв, положительно влияют на стабилизацию кислотности почв и способствуют разложению минеральных соединений для усвоения растениями.

Утилизируемые угольные массы используют для изготовления питательных белков и удобрений. Углеудобрения применяют для защиты водохранилищ и рек.

Полное и безотходное преобразование потребляемых ресурсов в потребительские товары в России не обеспечивается. Особо остро обстоит положение в угольном производстве.

В последнее время побеждает тенденция моратория на использование хвостов обогащения углей без извлечения из них металлов до норм ПДК.

Технология утилизации хвостов. Основу пристального внимания к проблеме утилизации хвостов обогащения углей составляет наличие в них не извлеченных металлов. Содержание металлов в отвалах угольных шахт характеризуется табл. 1.

Содержание металлов в хранилищах ОФ характеризуется табл. 2.

Повышенные кларки концентрации (КК) ванадия и хрома установлены в Каменско-Гундоровском (1,33 и 1,67), Гуково-Зверевском (1,22 и 1,33) и Шахтинско-Несветаевском (1,44 и 1,45) районах; молибдена – в Белокалитвенском (1,09) и Краснодонецком (1,82) районах. С помощью регрессионных полнофакторных моделей второго порядка, полученных на основе статистических исследований репрезентативных выборок среднего объема, определено, что для Восточного Донбасса характерно повышенное содержание свинца, кларки концентрации которого изменяются от 1,22 (Сулино-Садкинский район) до 5,63 (Шахтинско-Несветаевский район) и составляют в среднем 3,33.

Таблица 1

Содержание химических элементов в отвалах угольных шахт, г/т

Элемент	Каменско-Гундоровский	Белокалитвинский	Гуково-зверевский	Красно-донецкий	Сулино-Садкинский	Шахтинско-Несветаевский	ПДК
Марганец	300 – 70 / 430	100 – 600 / 310	200 – 600 / 350	200 – 600 / 380	200 – 500 / 330	100 – 1000 / 380	1500
Никель	40 – 80 / 40	10 – 30 / 10	10 – 100 / 40	15 – 30 / 20	30 – 50 / 40	10 – 100 / 40	4
Кобальт	10 – 20 / 15				10 – 20 / 12		5
Ванадий	80 – 200 / 120	30 – 100 / 60	60 – 200 / 110	50 – 80 / 60	80 – 150 / 90	50 – 500 / 130	150
Хром	100 – 200 / 140	30 – 100 / 70	50 – 200 / 110	50 – 60 / 50		50 – 200 / 120	6
Цирконий	50 – 100 / 60	10 – 100 / 70		60 – 100 / 70	60 – 150 / 90	50 – 150 / 80	н/н
Свинец	10 – 30 / 20		10 – 100 / 30	20 – 300 / 70	10 – 20 / 20	15 – 3000 / 90	30
Цинк					30 – 50 / 40		37
Бериллий					1,5 – 3,0 / 2		н/н

Таблица 2

Содержание химических элементов в хранилищах ОФ, г/т

Обогатительная фабрика	Содержание элементов, г/т										
	Mn	*Ni*	*Co*	*V*	*Cr*	*Mo*	*Zr*	*Pb*	*Zn*	*Be*	*Sr*
Донецкая	640,9	74,2	17,4	124,0	222,1	5,0	113,6	74,0	149,1	3,0	175,2
Гуковская	989,4	39,7	14,9	79,9	148,6	5,6	99,0	49,8	83,7	4,0	594,3
Шолоховская	324,1	55,2	24,1	242,0	242,0	6,2	104,2	55,5	263,0	2,6	356,4
Несветаевская	790,5	49,6	10,4	99,3	198,0	3,0	99,0	39,9	148,8	3,0	151,0

Таблица 3

Кларки концентраций некоторых металлов в отходах

Район	*Mn*	*Ni*	*Co*	*V*	*Cr*	*Mo*	*Zr*	*Pb*	*Zn*	*Be*
Каменско-Гундоровский	0,43	0,69	0,83	1,33	1,67	0,91	0,35	1,25	0,48	0,53
Белокалитвенский	0,31	0,17	0,17	0,67	0,84	1,09	0,41	1,25	0,12	0,53
Гуково-Зверевский	0,35	0,69	0,61	1,22	1,33	0,91	0,41	1,88	0,36	0,68
Краснодонецкий	0,38	0,34	0,28	0,67	0,60	1,82	0,41	4,38	0,36	0,66
Сулино-Садкинский	0,33	0,69	0,67	1,00	0,96	0,82	0,53	1,22	0,48	0,53
Шахтино-Несветаевский	0,38	0,69	0,67	0,44	1,45	0,91	0,47	5,63	0,36	0,53

Рекультивация отвалов хвостов обогащения углей рассматривается как направление восстановления хозяйственной ценности нарушенных земель и улучшения условий окружающей природной среды [16...17].

Работы по рекультивации обычно выполняются в два этапа — технический и биологический. Технический этап включает в себя планировку поверхности и покрытие ее плодородным слоем. Биологический этап включает в себя агротехнические меры по восстановлению плодородия, ускорению почвообразовательных процессов, возобновлению флоры и фауны на некультивированных землях.

Основные технические решения по рекультивации:

– обрушение нависающих массивов отвала;

– послойная разборка отвала с охлаждением методом дождевания и отбором породы;

– выполаживание откосов до угла не более 25°;

– складирование потушенной породы с предотвращением самовозгорания;

– формирование изоляционного слоя на площади размещения отвала толщиной не менее 0,5 м;

– уплотнение сформированных плато и откосов отвала;

– посев растений.

После завершения горнотехнического этапа рекультивации выполняется биологическая рекультивация с целью создания прекращающей процессы дефляции и водной эрозии дернины.

Хвостохранилища угольных предприятий являются перспективной минерально-сырьевой базой ряда ценных металлов. Реализация перспектив зависит от успеха создания новых технологических схем обогащения и извлечения целевых химических элементов.

Доказано, что выщелачиванием извлекается до 67 % титана, 77 % бериллия, 87 % меди, 81 % марганца, 84 % мышьяка, 60 % ванадия и 83 % галлия. При выщелачивании металлы извлекают путем перевода их в растворимые соединения. Эффективность извлечения металлов определяется скоростью движения выщелачивающего раствора сквозь выщелачиваемый материал и затрудняется кольматацией, снижающей скорость фильтрации раствора в мелких фракциях минерального сырья.

Для извлечения металлов из таких материалов используют агитационное выщелачивание – пульпу материала и раствора перемешивают. Однако, даже при агитационном выщелачивании извлечение металлов может быть незначительным и нерентабельным.

Агитационное выщелачивание целесообразно использовать для извлечения металлов из измельченного при первичной отработке сырья: отвалы металлосодержащих пород, хвосты обогатительных фабрик, древние эфели добычи металлов и т.п.

Так, американские исследователи из угля и сопутствующих ему отложений получили редкоземельные металлы. Их выщелачивали раствором сульфата-аммония с обработкой ионной жидкостью или глубоким эвтектическим растворителем для растворения древесных волокон. Полноту извлечения редкоземельных металлов определяли с помощью рентгеновской дифракции.

Наиболее эффективным оказался сульфат аммония, с помощью которого удалось извлечь 90 % от общего содержания извлеченных редкоземельных металлов в образцах угля. Этот способ может быть использован в качестве аналога для извлечения металлов из угля.

Извлекать металлы из продуктов переработки угля можно соляной кислотой. Однако это не всегда даст удовлетворительные результаты, так как часть металлов заключена в не разлагаемые кислотой соединения. В этом случае используют сплавление с щелочами с последующим выщелачиванием сплава водой и выделением из раствора обогащенного металлом продукта; восстановительную плавку с углем, флюсами и окисью меди с получением обогащенного металлами сплава и некоторые другие способы.

Технологии полного безотходного и рентабельного извлечения металлов из углесодержащих пород ждут своего развития [18...21].

Заключение. Препятствием для безотходной утилизации хвостов обогащения углей является практически полное отсутствие технологий извлечения из них металлов. Металлические примеси в углях являются продуктом природного выщелачивания руд, заключенным в минеральные матрицы, и могут быть извлечены в процессе, обратном процессу их образования в недрах приложением высокой энергии. Традиционные технологии доизвлечения металлов не решают проблемы безотходности, поскольку порождают новые хвосты с ограниченным применением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голик В.И., Ермоленко А.А., Лазовский В.Ф. Организационно-экономические проблемы использования природных ресурсов Южного Федерального округа. Краснодар, 2008. 328 с.

2. Khasheva Z.M., Golik V.I. The ways of recovery in economy of the depressed mining enterprises of the russian caucasus // International Business Management. 2015. Т. 9. № 6. С. 1210-1216.

3. Bian Zhengfu, Miao Xiexing, Shaogang Lei, Chen Shen-en, Wang Wenfeng, Struthers Sue. The challenges of reusing mining and mineral-processing wastes // Science. 2012. Vol. 337. №. 6095. P. 702-703.

4. Пучков Л.А. Прогноз минерально-энергетического потребления при бескризисном развитии экономики // Горный журнал. 2014. № 7. С. 45-48.

5. Качурин Н.М., Стась Г.В., Калаева С.З., Корчагина Т.В. Геоэкологическая оценка эффективности защиты окружающей среды и природо-охранительных мероприятий при подземной добыче угля // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. Вып. 3. С. 62-79.

6. Молев М.Д., Молев А.М. Теория и практика управления региональной экологической безопасностью. Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. 84 с.

7. Packey D. J. Multiproduct mine output and the case of mining waste utilization // Resour. Policy. 2012. Т. 37. №. 1. P. 104–108.

8. Воробьев А.Е., Голик В.И., Пагиев К.Х., Цирихова Э.М., Котенко Е.А., Шестаков В.А., Исаев К.С. Наукоемкие технологии добычи и переработки руд. Владикавказ, 1998. 571 с.

9. Качурин Н.М., Поляков В.В., Ефимов В.И., Стась Г.В. Загрязнение атмосферы топливно-энергетическим комплексом при использовании углей Подмосковного бассейна. Тула: ИПП «Гриф и К°», 2004. 227 с.

10. Capilla A.V., Delgado A.V. The destiny of the earth's mineral resources. London: World Scientifi c Publishing Co. Pte. Ltd., 2015. Dubiński J. Sustainable Development of Mining Mineral Resources // J. Sustain. Min. 2013. Vol. № 1. P. 1-6.

11. Васильев П.В., Рыбак В.Л., Егорова Т.А. Методика оценки воздействий породных отвалов шахт на окружающую среду и мероприятия по их локализации // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2016. Вып. 2. С. 3-19.

12. Комащенко В.И. Эколого-экономическая целесообразность утилизации горнопромышленных отходов с целью их переработки // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 23-30.

13. Голик В.И., Пагиев К.Х., Габараев О.З. Энергосберегающие технологии добычи руд. Владикавказ, 1995. 375 с.

14. Голик В.И., Пагиев К.Х., Алборов И.Д., Котенко Е.А., Воробьев А.Е., Алиханов В.А., Ефимов Ф.К. Теория и практика добычи и переработки руд. Владикавказ, 1997. 498 с.

15. Крупская Л.Т., Голубев Д.А., Волобуева Н.Г. Оценка экологической ситуации территории в зоне влияния хвостохранилища с токсичными отходами // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1-2. С. 97-100.

16. Дмитрак Ю.В., Камнев Е.Н. АО "Ведущий проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии" – путь длиной в 65 лет // Горный журнал. 2016. № 3. С. 6-12.

17. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. Научно-методические основы проектирования экологически сбалансированного цикла комплексного освоения и сохранения недр Земли // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 4 (специальный выпуск № 15). С. 5-11.

18. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Experimental study of non-waste recycling tailings ferruginous quartzite // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 15. С. 35410-35416.

19. Polukhin O.N., Komashchenko V.I., Golik V.I., Drebenstedt C. Substantiating the possibility and expediency of the ore beneficiation tailings usage in solidifying mixtures production // Scientific Reports on Resource Issues Innovations in Mineral Ressource Value Chains: Geology, Mining, Processing, Economics, Safety, and Environmental Management. Freiberg, 2014. С. 402-412.

20. Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения-2014). Алматы: АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», 2014. 624 с.

21. Каплунов Д. Р. Теоретические основы проектирования освоения недр: становление и развитие // Горный журнал. 2014. № 7. С. 49-51.

REFERENCES

1. Golik V.I., Ermolenko A.A., Lazovskij V.F. Organizacionno-ehkonomicheskie problemy ispol'zovaniya prirodnyh resursov YUzhnogo Federal'nogo okruga. Krasnodar, 2008. 328 s.

2. Khasheva Z.M., Golik V.I. The ways of recovery in economy of the depressed mining enterprises of the russian caucasus // International Business Management. 2015. T. 9. № 6. S. 1210-1216.

3. Bian Zhengfu, Miao Xiexing, Shaogang Lei, Chen Shen-en, Wang Wenfeng, Struthers Sue. The challenges of reusing mining and mineral-processing wastes // Science. 2012. Vol. 337. №. 6095. P. 702-703.

4. Puchkov L.A. Prognoz mineral'no-ehnergeticheskogo potrebleniya pri beskrizisnom razvitii ehkonomiki // Gornyj zhurnal. 2014. № 7. S. 45-48.

5. Kachurin N.M., Stas' G.V., Kalaeva S.Z., Korchagina T.V. Geoehkologicheskaya ocenka ehffektivnosti zashchity okruzhayushchej sredy i prirodo-ohranitel'nyh meropriyatij pri podzemnoj dobyche uglya // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2016. Vyp. 3. S. 62-79.

6. Molev M.D., Molev A.M. Teoriya i praktika upravleniya regional'noj ehkologicheskoj bezopasnost'yu. Shahty: Izd-vo YURGUEHS, 2006. 84 s.

7. Packey D. J. Multiproduct mine output and the case of mining waste utilization // Resour. Policy. 2012. T. 37. №. 1. R. 104–108.

8. Vorob'ev A.E., Golik V.I., Pagiev K.H., Cirihova Eh.M., Kotenko E.A., Shestakov V.A., Isaev K.S. Naukoemkie tekhnologii dobychi i pererabotki rud. Vladikavkaz, 1998. 571 s.

9. Kachurin N.M., Polyakov V.V., Efimov V.I., Stas' G.V. Zagryaznenie atmosfery toplivno-ehnergeticheskim kompleksom pri ispol'zovanii uglej Podmoskovnogo bassejna. Tula: IPP «Grif i K°», 2004. 227 s.

10. Capilla A.V., Delgado A.V. The destiny of the earth's mineral resources. London: World Scientifi c Publishing Co. Pte. Ltd., 2015. Dubiński J. Sustainable Development of Mining Mineral Resources // J. Sustain. Min. 2013. Vol. № 1. P. 1-6.

11. Vasil'ev P.V., Rybak V.L., Egorova T.A. Metodika ocenki vozdejstvij porodnyh otvalov shaht na okruzhayushchuyu sredu i meropriyatiya po ih lokalizacii // Izvestiya Tul-GU. Nauki o Zemle. 2016. Vyp. 2. S. 3-19.

12. Komashchenko V.I. Ehkologo-ehkonomicheskaya celesoobraznost' utilizacii gornopromyshlennyh othodov s cel'yu ih pererabotki // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2015. № 4. S. 23-30.

13. Golik V.I., Pagiev K.H., Gabaraev O.Z. Ehnergosberegayushchie tekhnologii dobychi rud. Vladikavkaz, 1995. 375 s.

14. Golik V.I., Pagiev K.H., Alborov I.D., Kotenko E.A., Vorob'ev A.E., Alihanov V.A., Efimov F.K. Teoriya i praktika dobychi i pererabotki rud. Vladikavkaz, 1997. 498 s.

15. Krupskaya L.T., Golubev D.A., Volobueva N.G. Ocenka ehkologicheskoj situacii territorii v zone vliyaniya hvostohranilishcha s toksichnymi othodami // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij. 2016. № 1-2. S. 97-100.

16. Dmitrak Yu.V., Kamnev E.N. AO "Vedushchij proektno-izyskatel'skij i nauchno-issledovatel'skij institut promyshlennoj tekhnologii" – put' dlinoj v 65 let // Gornyj zhurnal. 2016. № 3. S. 6-12.

17. Kaplunov D.R., Ryl'nikova M.V., Radchenko D.N. Nauchno-metodicheskie osnovy proektirovaniya ehkologicheski sbalansirovannogo cikla kompleksnogo osvoeniya i sohraneniya nedr Zemli // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. 2015. № 4 (special'nyj vypusk № 15). S. 5-11.

18. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Experimental study of non-waste recycling tailings ferruginous quartzite // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 15. S. 35410-35416.

19. Polukhin O.N., Komashchenko V.I., Golik V.I., Drebenstedt C. Substantiating the possibility and expediency of the ore beneficiation tailings usage in solidifying mixtures production // Scientific Reports on Resource Issues Innovations in Mineral Ressource Value Chains: Geology, Mining, Processing, Economics, Safety, and Environmental Management. Freiberg, 2014. S. 402-412.

20. Progressivnye metody obogashcheniya i kompleksnoj pererabotki prirodnogo i tekhnogennogo mineral'nogo syr'ya (Plaksinskie chteniya-2014). Almaty: AO «Centr nauk o Zemle, metallurgii i obogashcheniya», 2014. 624 s.

21. Kaplunov D. R. Teoreticheskie osnovy razvitie // Gornyj zhurnal. 2014. № 7. S. 49-51.
proektirovaniya osvoeniya nedr: stanovlenie i

TO THE PROBLEM OF RECLAMATION OF THE STORAGE OF TAILINGS OF COAL ENRICHMENT OF DONBASS

Sheymartdyanov T.E.

Annotation: the important scientific and practical problem of the complex use of coal wastes is formulated. Differentiated by regions and deposits of the region, the properties of coal-containing tailings of the beneficiation were investigated and systematized, as the basis for their rational utilization during the mine surface recultivation. Attention is focused on burned rocks and on the content of metals in the tailings of coal enrichment. The typification of burned rocks according to their function in tailings storages is proposed. The mechanism of the impact of dump products on the ecosystems of the environment has been systematized and described. Differentiated by consequences and ranked factors of the negative impact of waste dumps on the environment. The information about the history and dynamics of the formation of tailings tailings at the territory of Eastern Donbass is given. It is shown that coal, ash and slag coal-fired power plants waste can be used for the industrial production of alumina, coagulants for water purification, abrasive and heat-resistant alloys, deoxidizing agents for steelmaking, building materials, rare and trace elements and other products and materials. Noted the requirement for the use of coal tailings only after the extraction of metals from them to the MPC standards. The quantitative value of the content of chemical elements in the dumps of coal mines is given. Identified technical solutions for the rehabilitation of the mine surface. The role of tailing dumps in the creation of a new, almost unlimited mineral and raw material base for the production of metals using new technological schemes for enrichment and extraction of chemical elements is shown It is concluded that traditional technologies for the recovery of metals do not solve the problem of wastelessness, since metallic impurities in coal are the product of natural leaching of ores, enclosed in mineral matrices, and can be extracted by applying high energy during innovative processes.

Key words: tailings, coal, utilization, reclamation, metals, environment, East Donbass.

© Шяймартдянов Т.Э., 2018

Шяймартдянов Т.Э. К проблеме рекультивации хранилищ хвостов обогащения углей Донбасса // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 53-64.

Sheymartdyanov T.E., 2018. To the problem of reclamation of the storage of tailings of coal enrichment of Donbass. Vector of Geosciences. 1(3): 53-64.

УДК 69.036

СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С УЧЕТОМ ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКИХ ОБРЯДОВ

Черныш Надежда Дмитриевна – доцент кафедры архитектурных конструкций, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, **chernysh-nadejda@yandex.ru**

Сидякина Анастасия Юрьевна – студент магистратуры, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова , **anastasia.sidiakina@yandex.ru**

Аннотация: статья содержит краткий обзор планировочных структур существующих зданий гражданских обрядов, которые формируют уникальный облик объектов и влияют на создание разнообразия городской архитектурной среды.

Ключевые слова: городская среда, планировочная структура, объекты гражданских обрядов, дворец бракосочетания.

Введение. В настоящее время создание современной качественной городской среды актуальная задача. Архитектурный облик городов складывается под влиянием многих факторов, определяющих градостроительное решение. Современную архитектуру можно характеризовать как творческую интерпретацию образа жизни современного общества. При этом нельзя отрицать, что, несмотря на отдельные перерывы в развитии, существуют признаки становления традиций создания современного организованного пространства с учетом требований, предъявляемых к архитектурной среде. В городском архитектурном облике отражены эстетико-культурные и экономические взгляды общества [1…4]. Семья в качестве социальной общности на протяжении истории всего человечества выступала важнейшим элементом глобального развития. Это, прежде всего, связано с особой ролью исполняемой институтом семьи в жизни общества, его стабилизации и преодолении социальной напряженности. Она призвана в решении коренных проблем, непосредственно влияющих на существование общества таких, как преодоление депопуляции, утверждение нравственных устоев в обществе, социализация детей, развитие культуры и экономики, семейного предпринимательства. Строительство Дворцов бракосочетания способствует решению указанных проблем, благоприятно сказываясь на создании новых семей, что делает их строительство актуальным.

Основная часть. История учреждений для записи актов гражданского состояния (ЗАГС) берет начало с 1722 года, когда в церквях и синагогах России в метрические книги стали вносить сведения о рождении, крещении, бракосочетании и смерти граждан. До этого записи о генеалогическом древе вели только отдельных дворянских родов.

После 1918 года регистрация актов гражданского состояния передана подотделам ЗАГСов местных органов исполнительной власти.

Стремление людей к торжественному оформлению церемонии бракосочетания привело к изменениям структуры органов ЗАГСа и совершенствованию проектирования и строительства зданий ЗАГСа.

Первый в России Дворец бракосочетания открыт в 1959 году в Ленинграде в бывшем особняке Фон Дервизов, в одном из лучших дворцов на набережной Невы. В 1960 году в Москве открыт первый Дворец бракосочетания № 1. На сегодняшний день в столице России действует 27 отделов ЗАГС и 3 Дворца бракосочетания [5]. С 1960 года во многих городах стало популярным строительство зданий гражданских обрядов.

Проектирование Дворцов бракосочетаний, как правило, отличается от множества общественных зданий тем, что помимо организации временного пребывания людей здесь необходимо предусмотреть систему культурного обслуживания гостей, необходимую для удовлетворения их гражданских и культурных потребностей [6].

Основополагающей характеристикой Дворцов бракосочетаний является то, что это административное здание предназначено для регистрации актов гражданского состояния (рождения, смерти, брака и т.п.). Для реализации данной специфики организация внутреннего пространства Дворца бракосочетания состоит из следующего набора помещений (рис. 1): зал регистрации, архив, административные кабинеты, зал торжественных актов, комната жениха, комната невесты, банкетный зал, подсобная при банкетном зале, фотостудия, бюро приема регистрации, выставочный зал, иногда помимо этого проектируют еще и танцзал [7]. Помещения Дворцов бракосочетаний распределены так, что потоки гостей не пересекаются между собой до и после регистрации брака. Все помещения для заключения брака расположены на втором этаже. Первый этаж – зона работы персонала с гражданами, которые пришли с определенной целью, например, зарегистрировать ребёнка. Разделение здания на уровни и функциональные зоны очень удобно, как для гостей, так и для служебного персонала [8].

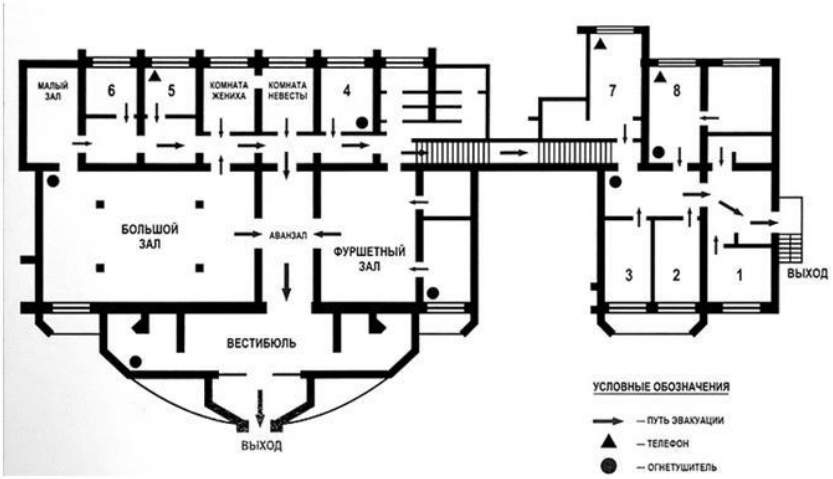


Рис. 1. Пример планировочного решения Дворца бракосочетания

В зависимости от функционального состава помещений Дворцов бракосочетания различают варианты организации регистрационно-торжественной части (табл. 1).

Основным требованием, учитываемым при проектировании данной части сервисного типа зданий, является простота передвижения торжественной процессии и возможность проведения свадеб для семей с разным уровнем денежных доходов (рис. 2). Это отражается и в увеличении количества дополнительных услуг к проведению церемонии, зависящих от материальных возможностей граждан. Поэтому существует несколько вариантов регистрации брака: простая торжественная регистрация, торжественная регистрация с фуршетом, регистрация под открытым небом с наличием фуршетного зала и услугами личного фотографа [9].

Интерьеры Дворцов бракосочетания выполнены, как правило, в нежных небесно-голубых, розовых, белых, персиковых, бежевых и золотистых тонах с декоративными лепными элементами. Данная цветовая гамма обычно ассоциируется с возвышенным чувством и передает торжественность, созданной обстановке.

Так как здания данного типа возводят обычно в центральной части города, то необходимо помимо богатого внутреннего убранства продумать выразительное решение архитектурного облика сооружения и интересный силуэт здания в форме плана, создающих торжественный образ всего дворца, гармонично сочетающегося с прилежащей застройкой и возможно будущей визитной карточкой всего города.

Помимо возведения новых Дворцов бракосочетания актуальным является и реконструкция уже существующих старинных усадеб или поместий под здания этого типа. Примером этого стал Дворец бракосочетания № 1 (рис. 3, *а*), расположенный в старинном особняке 1909 года,

запроектированного С.В. Воскресенским по заказу купца А.В. Рериха, который был открыт в 1961 году. В здании предусмотрено три праздничных зала (красный, зеленый и бежевый). Интерьеры оформлены классическими для того времени лепными потолками и карнизами, современные материалы введены в декор дома предельно аккуратно [11].

Таблица 1

Вариации архитектурно-планировочного решения регистрационно-торжественной части Дворцов бракосочетания

Схема планировки без фуршетного зала	Схема планировки со смежным фуршетным залом	Схема планировки со смежным фуршетным залом (под открытым небом)
Планировочное решение		

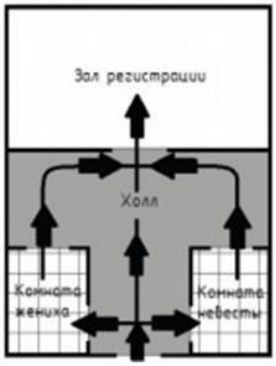
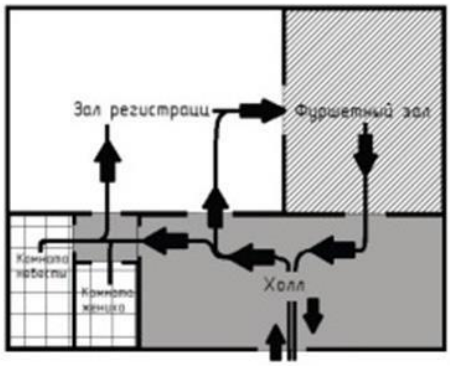
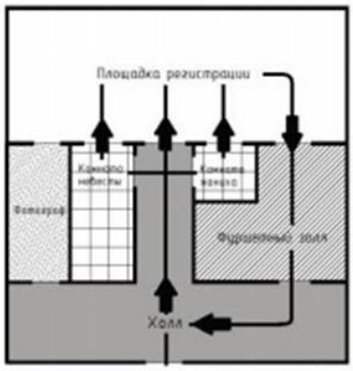
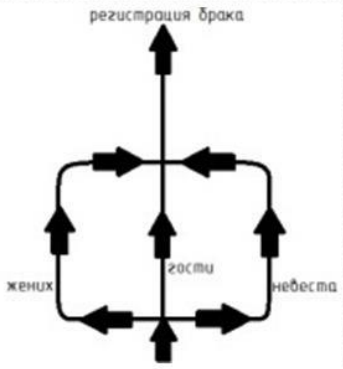
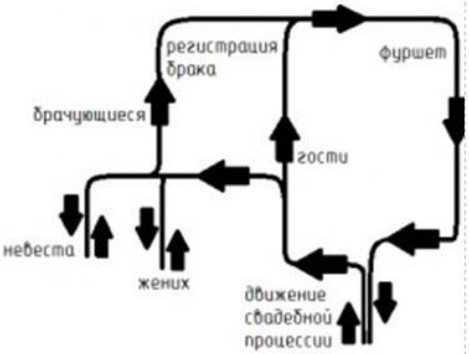
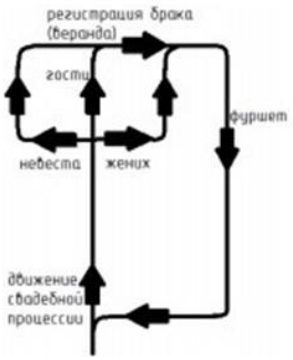

		

Схема передвижения		
		

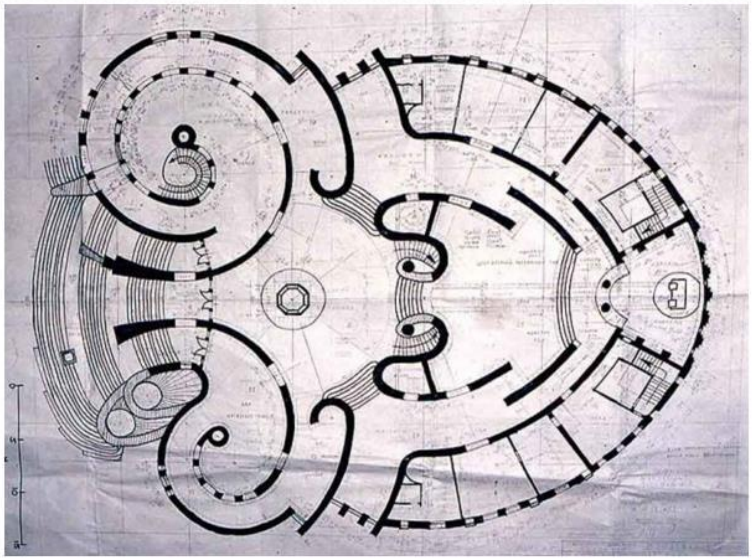


Рис. 2. Планировочное решение Дворца торжественных обрядов в Тбилиси

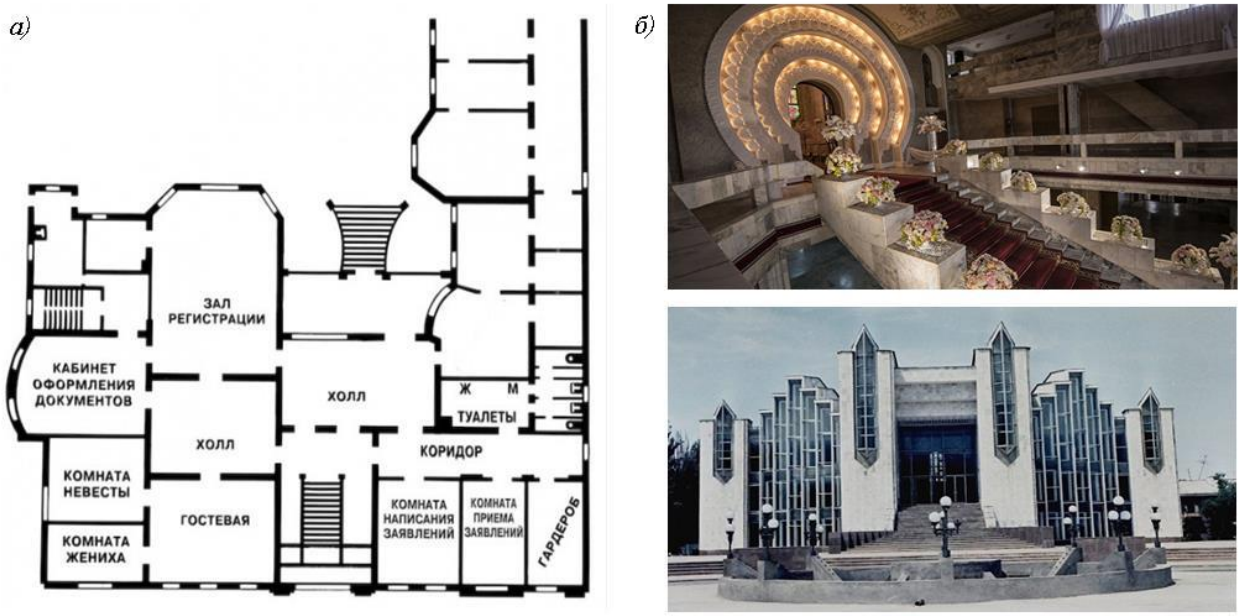


Рис. 3. Архитектурные решения Дворцов бракосочетания: *а* – план первого этажа Дворца бракосочетания № 1, г. Москва; *б* – Бишкекский центральный дворец бракосочетаний

Довольно необычное объемно-планировочное решение принято при проектировании Бишкекского Центрального Дворца бракосочетаний (рис. 3, *б*), построенного в 1987 году архитекторами А. Клишевичем и А. Логуновым. Помимо необычного архитектурного облика здание отличает оригинальное решение холла, ведущего в зал торжественной регистрации. Вход в него выполнен в виде трех колец, находящихся друг в друге. Ко всей этой композиции ведет парадная лестница по бокам украшенная цветами, что придает интерьеру этого здания торжественности [12].

Интересное планировочное решение принято в эскизном проекте Дворца бракосочетания в городе Нижневартовск (рис. 4).

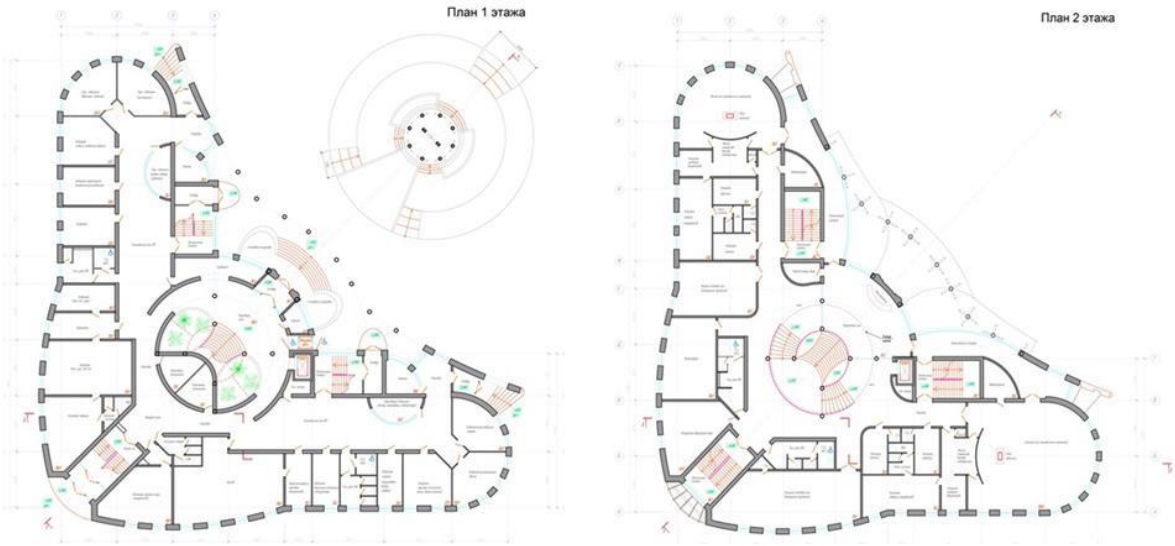


Рис. 4. Планировочное решение первого и второго этажей эскизного проекта Дворца бракосочетаний в городе Нижневартовск

Планировочная структура здания имеет форму сложного симметричного треугольника со скругленными гранями и углами. На первом этаже дворца принято разделение путей посетителей для радостных и печальных мероприятий, исключающих возможность их пересечения. В правом крыле запроектированы помещения для торжест-

венных и радостных событий, включающих подачу заявления о браке, оформление рождения, усыновления и т.п. Левое крыло предназначено для более траурных событий – регистрация смерти, оформление развода и т.д. К каждому из этих блоков предусмотрен отдельный вход и зал для посетителей. Второй этаж также поделен на два крыла, в каждом из которых запроектированы залы для церемоний. Разделение путей приходящих и уходящих свадебных церемоний здесь также соблюдено.

Дворцы бракосочетаний распространены и в Китае. Архитекторы из бюро «Urbanus» создали проект, позволяющий органично сочетаться зданию с местным ландшафтом [12]. Сооружение состоит из двух корпусов. Главный запроектирован поближе к улице, а маленький возведен непосредственно в глуби парка (рис. 5). Их связывают два моста, протянутые над водоемом. Планировочная структура здания выполнена по спирали. Попадая внутрь, свадебная процессия оказывается в просторном вестибюле, затем они попадают в место для размещения гостей, потом комната для фотографий, зал бракосочетания. После проведения регистрации брака посетители могут подняться на верхнюю площадку здания, с которой открывается вид на парк или спуститься вниз и пройтись по мосту над водой.

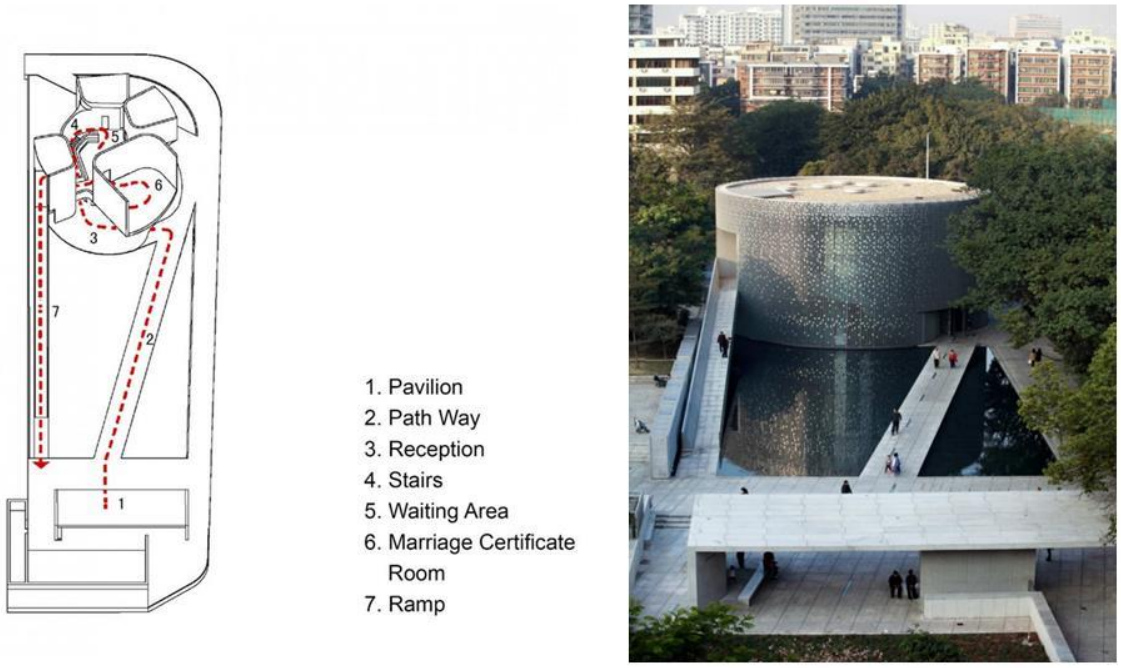


Рис. 5. Дворец бракосочетаний в Китае

Довольно уникален по архитектуре Дворец бракосочетаний на набережной Брюгге в Йошкар-Оле, выполненный в готическом стиле (рис. 6). Здание состоит из трех этажей, на каждом этаже которого запроектировано по залу. Они делятся на зал для проведения церемонии бракосочетания, зал для регистрации новорожденных детей и фуршетный зал. Данное разделение залов на этажи было выполнено для разделения путей гостей. При разработке проекта здания было предусмотрено два отдельных входа, находящихся с противоположных сторон здания. Молодые в статусе жениха и невесты входят в сказочный замок с улицы Эшкинина, а выходит пара, ставшая мужем и женой, на красивейшую набережную, где их ждет речной трамвайчик, предлагающий продолжить сказочное путешествие на семейной лодке любви [13, 14].

Заключение. Таким образом, планировочные решения Дворцов бракосочетаний довольно разнообразны. Это объясняется созданием необходимой торжественной обстановки внутри зданий и проектированием зачастую уникального образа здания, продуманного для придания разнообразия городскому архитектурному облику.

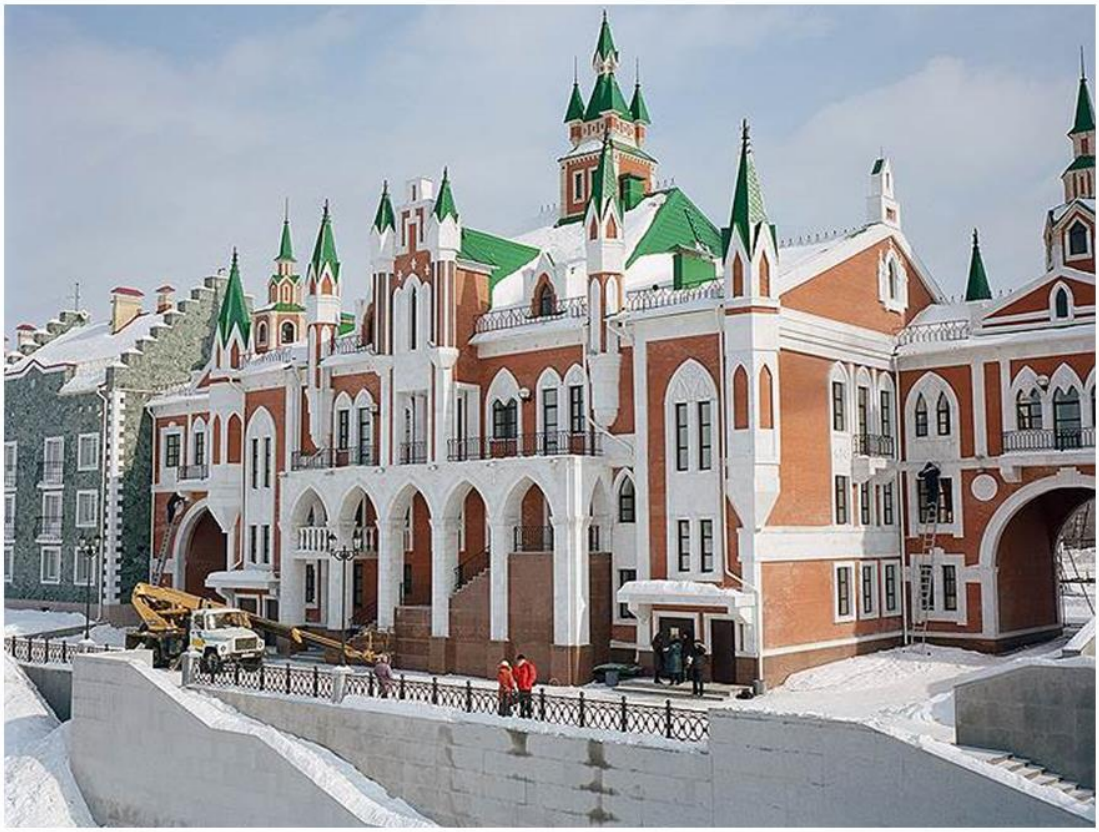


Рис. 6. Дворец бракосочетаний на набережной Брюгге в Йошкар-Оле

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Современные условия создания комфортного архитектурного средового пространства // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова. 2017. №1. С. 101-104.

2. Сидякина А.Ю., Черныш Н.Д. Особенности формирования архитектурного облика современных городов // «Молодежь в XXI веке – 2017»: мат-лы VII Междунар. молодежной науч. конф. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. Т.3. С. 318-321.

3. Сидякина А.Ю., Черныш Н.Д. О сочетании традиционных и современных зданий в создании многообразия городских пространств // «Молодежь и наука: шаг к успеху»: сб. науч. статей Всерос. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых. Курск: ЗАО «Университетская книга». 2017. Т. 3. С. 85-89.

4. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. Проблемы, методические основы и тенденции развития профессиональной культуры создания архитектурной среды // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 93-97.

5. История создания и развития органов ЗАГС. URL: https://www.catalog-svadba.ru/zagsi-moskvi/istorija-sozdanija-i-razvitija-organov-zags/ (дата обращения 22.10.2018).

6. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. М.: Архитектура-С, 2007. 280 с.

7. Тюрин М.Ю. Новый подход к архитектурному проектированию дворца бракосочетаний в центральном районе города Челябинска // Наука ЮУрГУ: мат-лы 67-й науч. конф. секции социально-гуманитарных наук. Челябинск: ЮУрГУ, 2015. С. 114-119.

8. Гоулд Б.П. Проектирование современных зданий управления: пер. с англ. Р.Г. Рехтмана; под ред. Г.А. Мурадова. М.: Стройиздат, 1987. 189 с.

9. Архитектурный обозреватель Армен Арутюнов – о восьми модернистских зданиях Тбилиси 1950…1980 гг., истории их создания и современном состоянии. URL: https://sovietarch.strelka.com/ru/city/tbilisi (дата обращения 22.10.2018).

10. Дворец бракосочетания 1 Москва. URL: http://modwear.ru/mywedding/dvorec-brakosochetanija-1-moskva.html (дата обращения 23.10.2018).

11. Центральный дворец бракосочетаний на пересечении столичных улиц Советской и Иваницина (ныне Абдрахманова и Жумабека) … URL: https://ru.sputnik.kg/culture/20180506/1038990920/bishkekskiy-centralnyy-dvorec-brakosochetaniya.html (дата обращения 23.10.2018).

12. Дворец бракосочетаний в Китае. URL: http://archcenter.org/dvorets-brakosochetanij-v-kitae.html (дата обращения 23.10.2018).

13. Дворец бракосочетаний в Йошкар-Оле. URL: https://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/yoshkar-ola/placeofinterest/27068 (дата обращения 23.10.2018).

14. https://sdelanounas.ru/blogs/26990.

REFERENCES

1. Chernysh N.D., Tarasenko V.N. Sovremennye usloviya sozdaniya komfortnogo arhitekturnogo sredovogo prostranstva // Vestnik BGTU im V.G. Shuhova. 2017. №1. S. 101-104.

2. Sidyakina A.Yu., Chernysh N.D. Osobennosti formirovaniya arhitekturnogo oblika sovremennyh gorodov // «Molodezh' v HKHI veke – 2017»: mat-ly VII Mezhdunar. molodezhnoj nauch. konf. Kursk: ZAO «Universitetskaya kniga», 2017. T.3. S. 318-321.

3. Sidyakina A.Yu., Chernysh N.D. O sochetanii tradicionnyh i sovremennyh zdanij v sozdanii mnogoobraziya gorodskih prostranstv // «Molodezh' i nauka: shag k uspekhu»: sb. nauch. statej Vseros. nauch. konf. perspektivnyh razrabotok molodyh uchenyh. Kursk: ZAO «Universitetskaya kniga». 2017. T. 3. S. 85-89.

4. Chernysh N.D., Koren'kova G.V., Mityakina N.A. Problemy, metodicheskie osnovy i tendencii razvitiya professional'noj kul'tury sozdaniya arhitekturnoj sredy // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2015. № 6. S. 93-97.

5. Istoriya sozdaniya i razvitiya organov ZAGS. URL: https://www.catalog-svadba.ru/zagsi-moskvi/istorija-sozdanija-i-razvitija-organov-zags/ (data obrashcheniya 22.10.2018).

6. Gel'fond A.L. Arhitekturnoe proektirovanie obshchestvennyh zdanij i sooruzhenij. M.: Arhitektura-S, 2007. 280 s.

7. Tyurin M.Yu. Novyj podhod k arhitekturnomu proektirovaniyu dvorca brakosochetanij v central'nom rajone goroda Chelyabinska // Nauka YUUrGU: mat-ly 67-j nauch. konf. sekcii social'no-gumanitarnyh nauk. Chelyabinsk: YUUrGU, 2015. S. 114-119.

8. Gould B.P. Proektirovanie sovremennyh zdanij upravleniya: per. s angl. R.G. Rekhtmana; pod red. G.A. Muradova. M.: Strojizdat, 1987. 189 s.

9. Arhitekturnyj obozrevatel' Armen Arutyunov – o vos'mi modernistskih zdaniyah Tbilisi 1950…1980 gg., istorii ih sozdaniya i sovremennom sostoyanii. URL: https://sovietarch.strelka.com/ru/city/tbilisi (data obrashcheniya 22.10.2018).

10. Dvorec brakosochetaniya 1 Moskva. URL: http://modwear.ru/mywedding/dvorec-brakosochetanija-1-moskva.html (data obrashcheniya 23.10.2018).

11. Central'nyj dvorec brakosochetanij na peresechenii stolichnyh ulic Sovetskoj i Ivanicina (nyne Abdrahmanova i ZHumabeka) … URL: https://ru.sputnik.kg/culture/20180506/1038990920/bishkekskiy-centralnyy-dvorec-brakosochetaniya.html (data obrashcheniya 23.10.2018).

12. Dvorec brakosochetanij v Kitae. URL: http://archcenter.org/dvorets-brakosochetanij-v-kitae.html (data obrashcheniya 23.10.2018).

13. Dvorec brakosochetanij v Joshkar-Ole. URL: https://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/yoshkar-ola/placeofinterest/27068 (data obrashcheniya 23.10.2018).

14. https://sdelanounas.ru/blogs/26990.

THE SPECIFICITY OF THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL URBAN ENVIRONMENT, TAKING INTO ACCOUNT THE PLANNING DECISIONS OF BUILDINGS ACCORDING TO THE EXAMPLE OF OBJECTS OF CIVIL CEREMONIES

Chernish N.D., Sidiakina A.Yu.

Annotation: the article contains a brief survey of the planning structures of existing buildings of civil ceremonies, which form a unique image of objects and influence the creation of a variety of urban architectural environment.

Key words: urban environment, planning structure, objects of civil ceremonies, palace of marriage.

© Черныш Н.Д., Сидякина А.Ю., 2018

Черныш Н.Д., Сидякина А.Ю. Специфика формирования архитектурной городской среды с учетом планировочного решения зданий на примере объектов гражданских обрядов // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 65-72.

Chernish N.D., Sidiakina A.Yu., 2018. The specificity of the formation of the architectural urban environment, taking into account the planning decisions of buildings according to the example of objects of civil ceremonies. Vector of Geosciences. 1(3): 65-72.

УДК 551.4(332.6)

УЧЕТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЛИ*

Оноприенко Наталья Николаевна – магистрант кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, dstt_80@mail.ru, onoprienko.nn@bstu.ru

Аннотация: в статье рассматриваются особенности влияния геологических условий земельных ресурсов на процесс формирования кадастровой стоимости земель. Учет их влияния представлен в различных аспектах: геодезических, социально-экономических, географических. Работа посвящена исследованию проблемы совершенствования методики кадастровой оценки земель, с учетом геологических условий и изменений. Исследование и анализ особенностей влияния геологических факторов, позволяет сделать вывод о том, что, учет геологических факторов, должен обязательным образом найти свое выражение в совершенствовании методики кадастровой оценки земель. Методика должна предусматривать дифференциацию кадастровой стоимости для земель, находящихся в разных геологических условиях.

Ключевые слова: геологические факторы, кадастровая стоимость, методика совершенствования кадастровой стоимости, региональная специфика.

Введение. Россия является одним из самых крупных по территории государств в мире. Как следствие, земельные ресурсы нашей страны находятся в разных геологических условиях. На современном этапе развития в центре внимания экономической политики государства находится вопрос об эффективном и рациональном использовании земельных ресурсов. Обращение к системе геологических условий земельных ресурсов, учета их влияния в различных процессах и явлениях, представляется актуальным по нескольким причинам:

– инженерно-геологические условия земли выступают в качестве факторов, являющихся причиной корректировки кадастровой стоимости земельных участков;

– до сих пор не существует обоснованной комплексной общепринятой методики учета данного фактора формирования кадастровой стоимости.

Наличие декларации о необходимости учета инженерно-геологических условий при кадастровой оценке территорий оказывается недостаточным сегодня, поскольку на деле происходит учет далеко не всех условий, а, лишь их незначительной части. Значимость данного вопроса обусловлена также тем, что в жизни человека такие показатели как состояние земельных ресурсов, степень их рентабельности и участия в обороте формирования объективной кадастровой стоимости, помимо экономической роли, все чаще играют социальную роль. В связи с этим, проблема формирования объективной кадастровой стоимости, с учетом различных геологических факторов, в том числе опасных, продолжает оставаться в ряду востребованных и актуальных.

Важную роль в решении проблемы определения, корректировки и совершенствования кадастровой стоимости земель играют факторы и закономерности, которые влияют на изменение кадастровой стоимости земель. При этом следует обратить особое внимание на формирование кадастровой стоимости земель, расположенных в неблагоприятных геологических условиях.

Основная часть. Актуализация учета влияния геологических факторов в кадастровой стоимости земель сегодня обусловлена нерешенностью проблемы совершенствования методики кадастровой оценки земель с учетом неблагоприятных геологических условий. Поиск путей ее решения предполагает, прежде всего, реализацию комплекса практических и теоретических задач: выявление особенностей региональной структуры процесса формирования кадастровой стоимости земель; учет региональной

специфики геологических факторов; анализ действующей нормативно-правовой, методической и практической базы процесса формирования кадастровой стоимости земель; определение основных направлений объективизации кадастровой стоимости земель с учетом неблагоприятных геологических условий, и, разработка практических рекомендаций, способствующих данному процессу.

Как известно, в пределах земной поверхности принято выделять благоприятную и неблагоприятную область для здоровья человека, а также функционирования объектов недвижимости. Доказано существование особых в геологическом отношении областей, где не только люди подвержены различному неблагоприятному воздействию геологического фактора, но и животные, растения, здания и сооружения. Современные исследователи выделяют две составляющие в процессе проявления отмеченного фактора: региональную и регионально-трансрегиональную. Региональный геологический фактор определяется составом горных пород, особенно, наличием в них геохимически специализированных комплексов, которые отрицательно влияют на здоровье человека. При этом отрицательное влияние обусловлено дисбалансом кальция и фосфора, стронция и калия, пониженным содержанием кальция, фтора, йода, церия или повышенным содержанием в горных породах и отходах горнодобывающей промышленности, почвах, в подземных и в грунтовых водах [1].

Регионально-трансрегиональный геологический фактор, определен неоднородностями в вертикальном строении земной коры и создает условия биологического дискомфорта. Он связан с зонами повышенной проницаемости и напряженности земной коры, в которых развита совокупность подчас одновременно действующих геофизических, геохимических, энергетических явлений. Их отрицательное влияние на состояние городских агломераций позволяет ученым относить данную зону к зонам геологического риска.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что зоны геологического риска, влияющие на здоровье и особенности поведения людей, на состояние инженерных, подземных, транспортных коммуникаций, зданий и сооружений составляют часть земельного участка. В соответствии с определением кадастровой стоимости земельного участка, наличие зоны геологического риска должно оказывать влияние на формирование кадастровой стоимости. Данное обстоятельство в условиях современной застройки городских территорий и большой плотности населения является особенно важным [2].

Естественная геологическая обстановка строительства в застроенных районах всегда в той или иной степени изменчива. Условия эксплуатации существующих сооружений и возведения новых складываются из совокупности природных условий и условий, созданных человеком в процессе строительства и возникающих в результате взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой. Интенсивность и характер изменений в природной геологической обстановке зависит как от вида инженерного воздействия, так и некоторых особенностей самой геологической обстановки.

Для учета влияния возможных изменений природного и техногенного характера на строительство необходим мониторинг состояния геологической среды.

Безопасность возводимых сооружений определяет безопасность жизнедеятельности человека и в настоящее время является актуальной задачей в связи с участившимися случаями аварий и разрушений природного и техногенного характера [3]. Анализ ряда крупных обрушений в строительстве, происшедших за последние годы, показал, что наибольший процент выхода из строя зданий и сооружений в мирное время определяется низким качеством выполнения проектных и строительно-монтажных работ и некачественно проведенными инженерными изысканиями.

При проведении инженерных изысканий особое внимание уделяют опасным геологическим процессам и специфическим свойствам грунтов.

Опасный геологический процесс (явление) – это событие геологического происхождения или результат деятельности геологических процессов, возникающих в

земной коре под действием различных природных или геодинамических факторов или их сочетаний, оказывающих или могущих оказать поражающие воздействия на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

Такие процессы условно можно разбить на экзогенные и эндогенные. Опасные эндогенные процессы – это процессы, которые происходят в недрах Земной коры, экзогенные – формируются на поверхности Земной коры.

Геологические процессы и инженерно-геологические явления характеризуют геодинамическую обстановку строительства и эксплуатации. На условия строительства и эксплуатации сооружений большое влияние оказывают различные геологические процессы и, в особенности, разрушительное действие поверхностных и подземных вод. С поверхностным стоком связаны процессы смыва, размыва и подмыва (абразии) склонов с образованием оврагов и балок, развитием селей (грязевых потоков), обвалов, осыпей, оползней, подработка береговой линии на водохранилищах и на реках, мерзлотные процессы и других форм разрушения склонов [4].

Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов проводится с целью разработки рекомендаций по инженерной защите территории. Инженерно-геологические изыскания выполняются на строительной площадке с целью комплексного изучения геоморфологических и гидрогеологических условий, состояния и свойств грунтов. Отсутствие информации по каким-либо факторам, влияющим на условия строительства, может привести к чрезвычайным ситуациям и экономическому ущербу.

Так, при возведении объекта на склонах неверные результаты определения параметров грунтов могут привести к возникновению нового оползня или же активизации уже существующих. Белгородская область имеет равнинную поверхность, расчлененную многочисленными речными долинами и густой овражно-балочной сетью, оползневые явления наблюдаются довольно часто.

Для предотвращения разрушения поверхности склона осуществляется сложный комплекс противооползневых мероприятий и работ. В их состав входят профилактические мероприятия: организация поверхностного стока; сохранение и восстановление древесно-кустарниковой и травянистой растительности; запрещение подрезок склона, производства подсыпок на ней и т.д.

К специальным противооползневым работам относятся: проведение дренажных галерей с помощью дренажных тоннелей, колодцев и других водозахватных сооружений для перехвата подземных вод; планировочные работы – съем оползших масс с целью разгрузки склона, устройство берм; искусственное упрочнение пород – цементация, силикатизация, электрохимическое закрепление, сооружение удерживающих устройств; ограждение оснований склона от подмыва и абразии и др. [4].

Изучение и наблюдения инженерно-геологического состояния массива горных пород осуществляется комплексно, используются результаты инженерно-геологических исследований и геолого-маркшейдерских, геодезических наблюдений.

Наблюдения на естественных склонах и площадках производятся с целью выявления причин и масштабов проявления инженерно-геологических явлений и разработке противооползневых мероприятий.

В итоге, на основе результатов изучения инженерно-геологического состояния массива горных пород и наблюдений составляются инженерно-геологические карты. К ним относятся карты инженерно-геологического районирования, подразделяющие территории на регионы, районы и участки с однородными условиями их освоения; инженерно-геологические карты, отражающие условия взаимодействия и сосуществования различной среды с определенными сооружениями или хозяйственными участками. Подобные карты в последствие используются при возведении новых сооружений, либо реконструкции существующих и позволяют избежать нежелательных последствий и явлений.

Подготовка прогнозов и рекомендаций, касающихся особо опасных явлений и процессов, связанных с состоянием земель, осуществляются территориальными органами

и организациями федеральных органов исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления. Данные, полученные в ходе проведения мониторинга, систематизируются, передаются на хранение в государственный фонд данных и носят характер информационного обеспечения на уровне органов власти и физических лиц.

По результатам анализа и оценки состояния земель территориальными органами, составляются прогнозы и рекомендации, тематические карты, диаграммы и таблицы, характеризующие динамику и направление развития изменений, в том числе негативного характера.

В практике строительства довольно часто производится надстройка сооружения, его реконструкция или устранение повреждений фундаментов. Для качественного выполнения работ по восстановлению и усилению ранее возведенного фундамента, необходимо обследовать подземную и надземную части здания и прилегающие к нему территории [5, 6]. При таких обследованиях возможно выявление причин повреждения здания, таких как неправильная организация отвода поверхностных вод, близость засыпанных оврагов, бывших русл рек и т.п., которые могут нанести ущерб зданию.

В настоящее время кадастровая оценка земель не учитывает экономические издержки, связанные с улучшением свойств грунтов. Поэтому ведутся разработки критериев оценки риска освоения территории по техногенным и природным факторам, которые позволят более объективно оценивать кадастровую стоимость земельных участков.

Немаловажное значение при проведении инженерно-геологических изысканий уделяют закреплению грунтов. Из-за высокой стоимости работ закрепление грунтов используют сравнительно редко и только в тех случаях, когда иное решение по устройству фундаментов невозможно или связано с еще большими затратами материальных средств. Поэтому закрепление грунтов в инженерно-геологических изысканиях имеет большое значение и перспективы для исследования и разработки новых экономически выгодных и эффективных методов. Наряду с существующими методами закрепления грунтов ведутся разработки по их совершенствованию и созданию новых.

Учет геологических факторов, по мнению ряда авторов, исследующих данную проблему, должен обязательным образом найти свое выражение в совершенствовании методики кадастровой оценки земель. Методика должна предусматривать снижение кадастровой стоимости для земель, находящихся в зоне негативного влияния геологических факторов [7].

На современном этапе развития государственная кадастровая оценка имеет сформированную методическую базу. В качестве такой методической базы выступают утвержденные методики государственной кадастровой оценки земель всех категорий и технические указания, как руководство к применению методик. Все методики государственной кадастровой оценки основаны на подходах и методах оценки рыночной стоимости объектов недвижимости. Вместе с тем, в данных методиках не учитывается рельеф земельных участков, геологическая структура.

Как отмечают современные исследователи [8], содержание геологической информации, ее полнота, доступность и оперативность предоставления в пользование не полностью соответствуют потребностям выработки и принятия управленческих решений, включая сферу справедливого налогообложения земель. Кроме того, не решены вопросы сбора и хранения первичной геологической информации, что не позволяет применять её при проведении государственной кадастровой оценки земель [9...11].

В процессе определения кадастровой стоимости используются методы массовой оценки, при которых осуществляется построение единых для групп объектов недвижимости, имеющих схожие характеристики, моделей определения кадастровой стоимости. При невозможности применения методов массовой оценки определение кадастровой стоимости осуществляется индивидуально в отношении объектов недвижимости.

Таким образом, актуализация исследования учета негативного влияния геологических факторов в кадастровой стоимости земель определяется необходимостью совершенствовать методические и технологические принципы оценки кадастровой стоимости земель. Основное направление в решении проблемы видится в совершенствовании методики кадастровой оценки городских земель путем разработок комплекса оценочных показателей для последующей корректировки кадастровой стоимости земельных участков на основе учета негативного влияния геологических факторов.

Заключение. Таким образом, на современном этапе развития, наряду с экономическими выступают социальные аспекты проблемы учета негативного влияния геологических факторов. Среди группы факторов, которые влияют на все сферы жизни и обитания человека, геологический фактор существенно влияет на ценность или, так называемую, полезность земельного участка и его кадастровую стоимость. Результаты анализа проблемы учета негативного влияния геологических факторов в кадастровой стоимости земель подтверждают необходимость совершенствовать методические и технологические принципы оценки кадастровой стоимости земель. Основное направление в решении проблемы видится в совершенствовании методики кадастровой оценки городских земель путем разработок комплекса оценочных показателей для последующей корректировки кадастровой стоимости земельных участков на основе учета негативного влияния геологических факторов.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рудник В.А., Мельников Е.К. О геологической опасности городских агломераций // Город и геологические опасности: Матер. междунар. конф. СПб, 2006. Т. 2. С. 280-294.

2. Ширина Н.В., Кононова О.Ю. Актуальность проблемы учета зон с особыми условиями использования территории // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 135-138.

3. Оноприенко Н.Н., Дегтев И.А., Рахимбаев Ш.М. Повышение прочности кирпичной кладки с использованием добавок водорастворимых полимеров // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 24-25.

4. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.И. Управление долговременной устойчивости откосов на карьерах. М.: Недра, 1985. 248 с.

5. Оноприенко Н.Н., Калачук Т.Г. Перспективы развития инженерных изысканий для индивидуального жилищного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С. 11-15.

6. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Меркулов С.И. Повышение несущей способности опорных конструкций в дисперсных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 11. С. 73-75.

7. Валиев Д.С., Груздев В.С., Жучкова О.В. Корректировка кадастровой стоимости земель населенных пунктов с учетом инженерно-геологических земли при строительстве // Московский экономический журнал. 2017. № 3. С. 83-86.

8. Шалмина Г.Г., Петрова Н.В. Методические основы комплексной кадастровой оценки земельных ресурсов // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 5. С. 96-102.

9. Смурова Н.С., Ширина Н.В., Калачук Т.Г. Кадастровая оценка и налогообложение объектов коммерческого назначения, расположенных на территории г. Белгорода // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. № 3. С. 213-222.

10. Калачук Т.Г. Нормативно-правовая база кадастровой оценки объектов недвижимости // Вектор ГеоНаук. 2018. №1. Т.1. С. 29-35.

11. Черныш А.С., Черныш Н.Д. Формирование качественной городской среды с учетом условий деформаций грунтов основания // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 112-115.

12. Кара К.А. Определение кадастровой стоимости объектов недвижимости с учетом действующего законодательства // Вектор ГеоНаук. 2018. №1. Т.1. С. 51-58.

13. Кайдалова Д.С., Оноприенко Н.Н. Территории со сложными инженерно-геологическими условиями на примере Белгородской области // В сб.: Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2018.

REFERENCES

1. Rudnik V.A., Mel'nikov E.K. O geologicheskoj opasnosti gorodskih aglomeracij // Gorod i geologicheskie opasnosti: Mater. mezhdunar. konf. SPb, 2006. T. 2. S. 280-294.

2. Shirina N.V., Kononova O.Yu. Aktual'nost' problemy ucheta zon s osobymi usloviyami ispol'zovaniya territorii // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2014. № 2. S. 135-138.

3. Onoprienko N.N., Degtev I.A., Rahimbaev Sh.M. Povyshenie prochnosti kirpichnoj kladki s ispol'zovaniem dobavok vodorastvorimyh polimerov // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2007. № 8. S. 24-25.

4. Il'in A.I., Gal'perin A.M., Strel'cov V.I. Upravlenie dolgovremennoj ustojchivosti otkosov na kar'erah. M.: Nedra, 1985. 248 s.

5. Onoprienko N.N., Kalachuk T.G. Perspektivy razvitiya inzhenernyh izyskanij dlya individual'nogo zhilishchnogo stroitel'stva // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2016. №5. S. 11-15.

6. Kalachuk T.G., Yur'ev A.G., Karyakin V.F., Merkulov S.I. Povyshenie nesushchej sposobnosti opornyh konstrukcij v dispersnyh gruntah // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2014. № 11. S. 73-75.

7. Valiev D.S., Gruzdev V.S., Zhuchkova O.V. Korrektirovka kadastrovoj stoimosti zemel' naselennyh punktov s uchetom inzhenerno-geologicheskih zemli pri stroitel'stve // Moskovskij ehkonomicheskij zhurnal. 2017. № 3. S. 83-86.

8. Shalmina G.G., Petrova N.V. Metodicheskie osnovy kompleksnoj kadastrovoj ocenki zemel'nyh resursov // Izvestiya vuzov. Geodeziya i aehrofotos"emka. 2013. № 5. S. 96-102.

9. Smurova N.S., Shirina N.V., Kalachuk T.G. Kadastrovaya ocenka i nalogooblozhenie ob"ektov kommercheskogo naznacheniya, raspolozhennyh na territorii g. Belgoroda // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. 2015. T. 1. № 3. S. 213-222.

10. Kalachuk T.G. Normativno-pravovaya baza kadastrovoj ocenki ob"ektov nedvizhimosti // Vektor GeoNauk. 2018. №1. T.1. S. 29-35.

11. Chernysh A.S., Chernysh N.D. Formirovanie kachestvennoj gorodskoj sredy s uchetom uslovij deformacij gruntov osnovaniya // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2017. № 1. S. 112-115.

12. Kara K.A. Opredelenie kadastrovoj stoimosti ob"ektov nedvizhimosti s uchetom dejstvuyushchego zakonodatel'stva // Vektor GeoNauk. 2018. №1. T.1. S. 51-58.

13. Kajdalova D.S., Onoprienko N.N. Territorii so slozhnymi inzhenerno-geologicheskimi usloviyami na primere Belgorodskoj oblasti // V sb.: Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. Belgorod, 2018.

ACCOUNT ENGINEERING-GEOLOGICAL FACTORS IN THE FORMATION OF THE CADASTRAL VALUE OF LAND

Onopriyenko N.N.

Annotation: in article features of influence of geological conditions of land resources on process of formation of cadastral cost of lands are considered. Accounting of their influence is presented in various aspects: geodetic, social and economic, geographical. Work is devoted to a research of a problem of improvement of a technique of cadastral assessment of lands, taking into account geological conditions and changes. The research and the analysis of features of influence of geological factors, allows to draw a conclusion that, accounting of geological factors, has to find surely the expression in improvement of a technique of cadastral assessment of lands. The technique has to provide differentiation of cadastral cost for the lands which are in different geological conditions.

Key words: geological factors, cadastral cost, technique of improvement of cadastral cost, regional specifics.

© Оноприенко Н.Н., 2018

Оноприенко Н.Н. Учет инженерно-геологических факторов в формировании кадастровой стоимости земли // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 73-79.

Onopriyenko N.N., 2018. Account engineering-geological factors in the formation of the cadastral value of land. Vector of Geosciences. 1(3): 73-79.

УДК 551.4

КРЕМАЦИЯ, КАК СОВРЕМЕННЫЙ И ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОГРЕБЕНИЯ

Затолокина Наталья Михайловна – кандидат географических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, nm-zatolokina@yandex.ru

Рябцева Анастасия Юрьевна – студент, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, honey.nastya99@mail.ru

Аннотация: в данной статье освещен вопрос совершенствования качества похоронной отрасли в современном обществе. Исследована проблема сложности внедрения модернизированных способов погребения и строительства крематориев в России. Рассмотрены современные подходы к процедуре кремации. Обоснованы и охарактеризованы различные факторы, влияющие на целесообразность кремации и предпочтению её традиционному погребению. Представлены новаторские способы использования и применения результатов данной процедуры. Описано отношение представителей различных вероисповеданий, а также позиция православной церкви относительно инновационного способа погребения. Применена законодательная основа касательно похоронного дела.

Ключевые слова: кремация, прах, погребение, крематорий, похороны.

Введение. Люди зачастую не любят говорить о смерти и тем более задумываться о собственных похоронах в будущем. Но, как все мы знаем, человеческое тело не вечно, и приходит время, когда перед каждым человеком встает вопрос о том, как провести захоронение усопшего.

Ежегодно на нашей планете умирают свыше 50 млн. человек, и как бы кощунственно это не звучало, но сегодня проблема похоронного дела в современной западной культуре стоит в одном ряду с «утилизацией человеческих отходов». Социологи отмечают, что в развитых странах смерть человека стала «незначимой» для культуры и «невидимой» для общества. Она обставлена таким образом, что является делом одних только врачей и предпринимателей, занятых похоронным бизнесом, а общество ведет себя так, будто никто не умирает поскольку потеря отдельного индивида не пробивает никакой бреши в его структуре [1].

Основная часть. На данный момент в России существует два способа: традиционное захоронение в земле и кремация. Такой процесс как кремация заключается в сожжении трупа в специальных печах, при температуре свыше тысячи градусов. Традиция сожжения усопших исходит с доисторических времен и является популярной и сейчас.

Крематорий-это не просто здание, это целый комплекс услуг, позволяющий достойно проститься с умершим. В настоящее время в нашей стране насчитывается 17 крематориев, оборудованных всем необходимым для полноценного кремирования и выдачи праха родственником усопшего.

Важную роль при этом играет отношение различных религиозных конфессий к кремации. Так правоверным иудеям она категорически запрещена, тело обязательно должно быть похоронено в земле. Современный ислам также однозначно отрицает какие -либо возможные случаи кремации умерших. Однако уточняется, что если тело человека все же сгорело, то душа не пострадает, поскольку грех ложится на тех, кто совершил его [2].

В России кремация не получила широкого распространения, в основном из-за приверженности населения к сложившимся православным традициям погребения, предписывающим предавать тело земле. Несмотря на это Российская Православная Церковь понимает, что быстрорастущие города России не в состоянии не только содержать имеющиеся кладбища, но и постоянно выделять новые участки под захоронения. Исходя из всех причин, РПЦ

заявила, что кремация как способ погребения, не противоречит православным канонам, хотя и не приветствуется церковными иерархами. Подтверждением этой позиции служит тот факт, что в крематориях России православным священникам официально разрешено проводить службы по отпеванию умерших. Как бы то ни было всё же у многих людей сильна приверженность традициям, которая заставляет относиться настороженно к новым тенденциям во всех жизненных сферах. Но рано или поздно необходимость изменений становится очевидной, к примеру, выбор кремации вместо традиционного захоронения.

Экономические и социальные причины лежат в основе позиции и других христианских церквей. Например, в Зимбабве, где уровень смертности чрезвычайно высок и только от СПИДа в этой стране еженедельно умирает около 3 тыс. жителей, церковные лидеры призвали заменить традиционное погребение кремацией. В крупных городах этой страны не хватает мест для кладбищ, поскольку чрезвычайно высока цена на землю. Причем по традиционному обряду погребение обходится в сумму около $ 3 000, а кремация тела взрослого человека – всего в $ 13. Однако большинство семей скорее согласны расстаться с последним имуществом, чем согласиться кремировать своих умерших родственников, опасаясь, что, если тело сожжено, душа человека не может попасть в рай. Их поддерживают и лидеры традиционных африканских религиозных общин, считающих, что кремация несовместима с традиционно африканской культурой [3].

Этот способ погребения набирает популярность, так как его целесообразность обусловлена многими факторами. Одним из них является необходимость экономичного расходования земли. Территории кладбищ расширяются всё больше и больше с каждым годом, занимая городские и пригородные земли, которые могут использоваться в других целях. Ярким примером может служить крематорий в Новосибирске, за время его работы удалось сэкономить 250 га земли, на которых могли бы разместиться 6 кладбищ. Благоустройство некрополей тоже требует больших затрат. Кремированные останки не требуют большого участка для захоронения, их можно размещать в колумбарии или подзахоронить на родственных могилах, экономится при этом до 99 % свободной земли кладбища.

Также не стоит отрицать тот факт, что кремация гораздо более экологичный способ погребения. Образующиеся после неё останки проходят этап минерализации за 1...2 ч, в то время как естественный путь занимает до 50 лет. Соседствующие с жилыми зонами и водохранилищами, кладбища являются санитарной проблемой, так как дождями и подземными водами размывается часть грунта, что ведет к попаданию в водное русло продуктов трупного распада вместе с стоками, а в дальнейшем к загрязнению питьевой воды. В свою очередь экологи утверждают, что так называемые выбросы от крематория, вредны для окружающей среды, но они так же сравнимы с загрязнениями от оживленной автотрассы. Бензпирены возникают при сжигании природного газа, а на нём работает не только крематорий, но и обычные котельные, которые стоят по всему городу. Основные выбросы крематория состоят из диоксида азота, оксида углерода и твердых веществ, но следует понимать, что-то же самое выбрасывают в воздух автомобили, промышленные предприятия и теплоэлектростанции. Крематорий с одной печью, согласно СанПиН 2.1.2882-11 «Гигиенические требования к размещению, устройству и содержанию кладбищ, зданий и сооружений похоронного назначения», относят к предприятиям 2-го класса опасности, поэтому санитарно-гигиеническая зона составляет не менее 500 метров, что подразумевает запрет жилой застройки вблизи него. А вот разложения тел специалисты сравнивают с «биологическим оружием», ведь, следует заметить, что кладбища имеют такой же класс опасности, но зачастую застройщики возводят многоэтажные дома недалеко от мест захоронения, что влечет угрозу здоровью огромному количеству человек.

Стоит принять во внимание, что с психологической точки зрения кремирование является менее эмоционально травмирующей процедурой для родных и близких усопшего. Для многих людей эмоционально легче захоронить прах, чем думать о том,

что происходит с телом в земле. К тому же в некоторых случаях, если человек скончался в другой стране, останки в виде праха легче транспортировать к месту похорон. Также возможность долгого хранения является большим плюсом, когда по каким-то причинам нужно отложить на время церемонию прощания.

Ну и финансовый фактор не следует игнорировать, ведь кремирование обходится родственникам дешевле на 20...25 %, чем традиционные похороны. Стоимость кремации в Москве в среднем составляет 5000 руб. для взрослого человека, без учета стоимости урны для праха, эта сумма более посильна для людей, ограниченных в средствах, нежели традиционные похороны, цена за которые колеблется в среднем в пределах 30 тыс. рублей.

Стоит сказать, что на сегодняшний момент существует множество способов применения результатов кремации. В Европе и США приобретает популярность развеяние праха «на природе», а также экзотические и в тоже время высокотехнологические формы его погребения, рекламируемые с помощью средств массовой информации. Чикагская компания «Lifegem» объявила о завершении технологического процесса преобразования останков кремированного тела в алмазы, которые можно носить в качестве украшений. После сожжения тела пепел очищается при температуре 3 тыс. градусов, затем подвергается дальнейшему нагреву и прессовке под большим давлением. В результате через 16 недель родственникам умершего предоставляется искусственный алмаз, ставший после огранки бриллиантом. Причем технология позволяет получать драгоценные камни очень высокого качества. Стоимость услуг колеблется от $ 4 до 22 тыс., однако неизвестно на сколько процентов алмаз будет состоять из праха умершего [4].

По желанию заказчиков кремированный прах могут запустить в космос, отправить в небо вместе с красочным фейерверком или, сделав из него риф, опустить на дно океана. Так, технокомпания «Celestis» организует отправку в космос кремированных останков, предлагая следующие виды сервиса: запуск праха на околоземную орбиту (стоимость услуги $ 5 300); отправка капсулы на Луну или в глубокий космос ($ 12 500) и присвоение вновь открытой звезде имени усопшего ($ 299). В последнем случае к звезде посылается сигнал, в котором зашифрованы цифровые фотографии родственников и друзей. С 1997 г., используя мемориальные спутники, которые впоследствии вместе с прахом, помещенным в 7-грамовые капсулы, сгорают в атмосфере, компания «Celestis» отправила в космос останки более 100 кремированных людей. В их число входит и прах известного исследователя Юджина Шумейкера, помещенный на борт спутника-разведчика, исследующего дальний космос [5].

Заключение. Исходя из всех факторов, несмотря на религиозные противоречия, преимущества кремации очевидны. Быстрая процедура прощания и сжигания позволяет частично минимизировать боль утраты близкого.

Несмотря на свою «экзотичность» со временем новые формы погребальной обрядности приобретут в сознании современников «естественный характер и будут восприниматься как «органические формы, обеспечивающие целостность человеческой культуры как таковой» [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуревич А.Я. Смерть как проблема исторической антропологии: о новом направлении в зарубежной историографии // Одиссей. Человек в истории. М., 1989.

2. Исламский информационный портал // http://islaminfo.ru/

3. Каталог христианских ресурсов «Светильник» // http://biblelamp.ru/

4. Кремация, похороны или … алмаз? // http://slaszone.ru/articles/

5. Смертельный номер: фейерверк из человеческих останков // Membrana. http://membrana.ru/articles/

6. Лотман Ю. М. Фрейденберг как исследователь культуры // Труды по знаковым системам. Тарту, 1973. Вып. 6.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 июня 2011 г. № 84 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.1.2882-11 «Гигиенические требования к размещению, устройству и содержанию кладбищ,

зданий и сооружений похоронного назначения»».

REFERENCES

1. Gurevich A.YA. Smert' kak problema istoricheskoj antropologii: o novom napravlenii v zarubezhnoj istoriografii // Odissej. CHelovek v istorii. M., 1989.
2. Islamskij informacionnyj portal // http://islaminfo.ru/
3. Katalog hristianskih resursov «Svetil'nik» // http://biblelamp.ru/
4. Kremaciya, pohorony ili … almaz? // http://slaszone.ru/articles/
5. Smertel'nyj nomer: fejerverk iz chelovecheskih ostankov // Membrana. http://membrana.ru/articles/
6. Lotman Yu. M. Frejdenberg kak issledovatel' kul'tury // Trudy po znakovym sistemam. Tartu, 1973. Vyp. 6.
7. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii ot 28 iyunya 2011 g. № 84 g. Moskva «Ob utverzhdenii SanPiN 2.1.2882-11 «Gigienicheskie trebovaniya k razmeshcheniyu, ustrojstvu i soderzhaniyu kladbishch, zdanij i sooruzhenij pohoronnogo naznacheniya».

CREMATION AS A MODERN AND INNOVATIVE WAY OF BURIAL

Zatolokina N.M., Ryabtseva A.Yu.

Annotation: this article highlights the issue of improving the quality of the funeral industry in modern society. The problem of complexity of introduction of the modernized methods of burial and construction of crematoria in Russia is investigated. Modern approaches to the cremation procedure are considered. Grounded and characterized by various factors that affect the appropriateness of cremation and the preference for traditional burial. Innovative ways of using and applying the results of this procedure are presented. The article describes the attitude of representatives of different religions, as well as the position of the Orthodox Church on the innovative method of burial. Applied legislative framework in relation to the funeral business.

Key words: cremation, ashes, burial, crematorium, funeral.

© Затолокина Н.М., Рябцева А.Ю., 2018

Затолокина Н.М., Рябцева А.Ю. Кремация, как современный и инновационный способ погребения // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 80-83.

Zatolokina N.M., Ryabtseva A.Yu., 2018. Cremation as a modern and innovative way of burial. Vector of Geosciences. 1(3): 80-83.

УДК 332.334

АНАЛИЗ ЗАСТРОЙКИ ПЕРВИЧНОГО РЫНКА ЖИЛЬЯ Г. БЕЛГОРОД

Ширина Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, schnv02@mail.ru

Монастырская Евгения Сергеевна – студент магистратуры, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, letukaevg@yandex.ru

Аннотация: рассмотрен рынок первичного жилья в городе на примере многоквартирных жилых домов. Собрана информация об объектах застройки и их расположении в городе, анализирована территориальная дифференциация, составлена карта-схема расположения объектов строительства.

Ключевые слова: первичное жильё, объекты застройки, многоквартирные дома, карта-схема, застройщики, Белгород, интерактивная карта.

Введение. Самым главным, ключевым, жизненно важным вопросом для каждой российской семьи является жилье. Жилье является отправной точкой человеческих достижений. Наличие собственного благоустроенного жилья – одно из базовых ценностей человеческого существования, обеспечивающей здоровье нации, формирование семьи и сохранение семейных ценностей, стабилизацию и положительное развитие демографической ситуации, создание основ солидарного общества. Наличие постоянного доступного жилья – это залог уверенности и стабильности, своеобразный щит, основа всех основ в плане неотъемлемых человеческих прав.

Рынок жилой недвижимости представляет собой интересный и динамичный объект для исследований. В нашей стране рынок жилой недвижимости в городах сформировался недавно, и, конечно же, существует еще множество вопросов в методологии, методике анализа рынка, сборе информации и так далее.

Основная часть. Целью данного научного исследования является создание реестра нового жилья в г. Белгороде. Для его создания была проанализирована общедоступная информация обо всех строящихся многоквартирных жилых домах с различных источников: официальные сайты застройщиков, публикации в СМИ, реклама на телевидении, сайты по продаже недвижимости и др.

В Белгороде ведущее место по количеству и объемам застройки занимают четыре крупных застройщика, это: ООО «Трансюжстрой-ПГС», ООО «Вега», АО «Домостроительная компания» и ООО «Управляющая компания ЖБК-1». А также в городе множество более мелких компаний.

Согласно проведённому анализу официальных сайтов застройщиков, было выявлено, что в данный момент ведётся строительство 18 объектов. Информация об объектах представлена в табл. 1, информация о количестве квартир в строящихся домах, представлена на рис. 1.

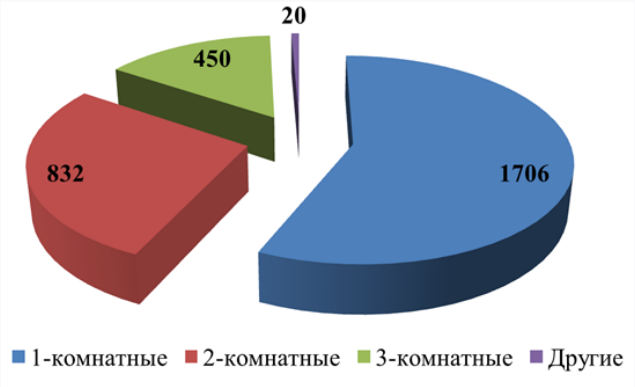


Рис. 1. Распределение общего числа квартир в строящихся домах

Проанализировав информацию о застройщиках и объектах строительства, была составлена карта-схема расположения объектов строительства основных застройщиков города (рис. 2). Объекты, которые по каким-то причинам опаздывают со сдачей в запланированный срок отмечены красным цветом, несущественно отклоняются от сроков – желтым и те, которые планируется ввести в срок выделены зеленым цветом.

Таблица 1

Реестр строящихся многоквартирных жилых домов

№	Название ЖК	Застройщик	Адрес	Срок сдачи в эксплуатацию
1	ЖК Аквамарин	ООО «Вега»	Щорса 8м	1 очередь – 4 кв. 2018 г. 2 очередь – 4кв. 2021 г.
2	ЖК Уютный	ООО «Вега»	Чапаева, 14а	4 квартал 2018 г.
3		ООО «Вега»	Кирпичная 65	4 квартал 2023 г.
4	ЖК на Парковой	ООО «Вега»	Парковая 8	4 квартал 2018г.
5	ЖК Ситидом	ООО «Вега»	Есенина 9	3 очередь – 4кв. 2019 г. 4 очередь – 4кв. 2020 г.
6	ЖК Парковый	ООО «ДСК»	Б. Хмельницкого 62	2 квартал 2018 г.
7		ООО «ДСК»	Б. Хмельницкого 60А	2 квартал 2019 г.
8	11 ЮМК	АО «ДСК»	Есенина 38б	2 квартал 2018 г.
9	ЖК Гостёнский	АО «ДСК»	Гостёнская 16а	2 квартал 2018 г. 2 квартал 2019 г.
10		АО «ДСК»	Гостёнская 16	4 квартал 2019 г.
11	ЖК На Некрасова	ООО «УК ЖБК-1»	Некрасова 28б	2 полугодие 2018 г.
12	МКР «Новый-2»	ООО «УК ЖБК-1»	Газовиков 13а	1 полугодие 2019 г.
13	Центр Парк	ООО «ТЮС – ПГС»	Н. Островского 18а Попова, 37г	1 квартал 2020 г.
14		ООО «ТЮС – ПГС»	Б. Хмельницкого 125	2 квартал 2019 г.
15	ЖК Париж	ООО «ТЮС – ПГС»	Харьковская 3	2 квартал 2019 г.
16	ЖК Гранд Парк	ООО «Респект»	Н. Островского 27	2 квартал 2019 г.
17	Новая жизнь	АО «Дирекция ЮЗР»	Каштановая	2 квартал 2018 г. 1 полугодие 2019 г.
18		АО «Пуск»	Первомайская 16	4 квартал 2019 г.

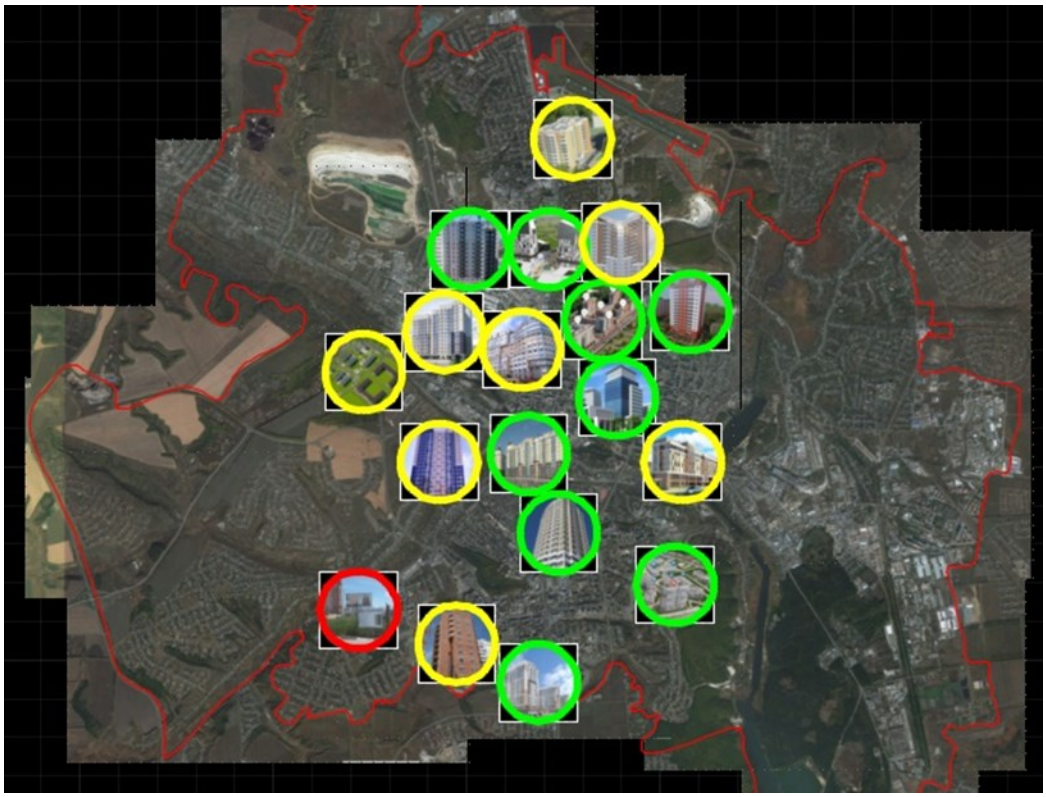


Рис. 2. Карта-схема расположения объектов строительства

Данная карта-схема разработана для удобства жителей города, на данный момент нет единого сайта, который отражал бы всю актуальную информацию о строящихся многоквартирных домах. Предусматривается, что карта будет интерактивной, при выборе объекта можно будет получить всю информацию о ходе строительства на текущий момент времени: срок сдачи объекта, свежие фотографии, информацию о количестве квартир. Фрагмент такой карты представлен на рис. 3.

Рис. 3. Фрагмент интерактивной карты

Заключение. В ходе написания данной научной статьи были рассмотрены следующие основные вопросы:

– был рассмотрен первичный рынок жилой недвижимости в г. Белгороде, исследованы статистические материалы о количестве вводимого в эксплуатацию жилья;

– изучены застройщики города и инвестиционные проекты по строительству жилых домов.

В заключение данного исследования можно сформулировать следующие выводы: рынок первичного жилья в г. Белгород достаточно обширный, в данный момент ведётся строительство большого количества многоквартирных жилых домов. По расположению новых объектов можно сказать, что охвачен весь город – строительство ведётся во всех его частях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт застройщика ООО «Домостроительнаякомпания» [Электронный ресурс]. URL: https://dsk-bel.com.1.

2. Официальный сайт застройщика АО «Домостроительная компания» [Электронный ресурс]. URL: http://dsk31.ru/.

3. Официальный сайт застройщика ООО «УК ЖБК-1» [Электронный ресурс]. URL: http://belbeton.ru/.

4. Официальный сайт застройщика ООО «Вега» [Электронный ресурс]. URL: http://bel-vega.ru/.

5. Официальный сайт ЖК Центр Парк [Электронный ресурс]. URL: https://center-park.ru.

6. Официальный сайт застройщика ООО «Трансюжстрой-ПГС» [Электронный ресурс]. URL: http://tus-pgs.ru/.

7. Официальный сайт ООО «Респект» [Электронный ресурс]. URL: http://belrespekt.ru/.

8. Сайт проекта Новая жизнь [Электронный ресурс]. URL: https://nzpro.ru/.

9. Официальный сайт застройщика АО «Пуск» [Электронный ресурс]. URL: http://пускбелгород.рф.

10. Циан – база недвижимости в Белгороде [Электронный ресурс]. URL: https://belgorod.cian.ru/novostroyki-stroyashiesya/.

11. Официальный сайт Департамента строительства и транспорта Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: http://www.belgorodstroy.ru/.

REFERENCES

1. Oficial'nyj sajt zastrojshchika OOO «Domostroitel'naya kompaniya» [Ehlektronnyj resurs]. URL: https://dsk-bel.com.1.

2. Oficial'nyj sajt zastrojshchika AO «Domostroitel'naya kompaniya» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://dsk31.ru/.

3. Oficial'nyj sajt zastrojshchika OOO «UK ZHBK-1» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://belbeton.ru/.

4. Oficial'nyj sajt zastrojshchika OOO «Vega» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://bel-vega.ru/.

5. Oficial'nyj sajt ZHK Centr Park [Ehlektronnyj resurs]. URL: https://center-park.ru.

6. Oficial'nyj sajt zastrojshchika OOO «Transyuzhstroj-PGS» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://tus-pgs.ru/.

7. Oficial'nyj sajt OOO «Respekt» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://belrespekt.ru/.

8. Sajt proekta Novaya zhizn' [Ehlektronnyj resurs]. URL: https://nzpro.ru/.

9. Oficial'nyj sajt zastrojshchika AO «Pusk» [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://puskbelgorod.rf.

10. Cian – baza nedvizhimosti v Belgorode [Ehlektronnyj resurs]. URL: https://belgorod.cian.ru/novostroyki-stroyashiesya/.

11. Oficial'nyj sajt Departamenta stroitel'stva i transporta Belgorodskoj oblasti [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://www.belgorodstroy.ru/.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF PRIMARY HOUSING MARKET IN BELGOROD

Shirina N.V., Monastyrskaya E.S.

Annotation: the market of primary housing in the city on the example of apartment houses is considered. The information about the objects of development and their location in the city is collected, territorial differentiation is analyzed, the map-scheme of the construction objects location is made.

Key words: primary housing, objects of building, apartment houses, schematic map, developers, Belgorod, interactive map.

© Ширина Н.В., Монастырская Е.С., 2018

Ширина Н.В., Монастырская Е.С. Анализ застройки первичного рынка жилья г. Белгород // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 84-87.

Shirina N.V., Monastyrskaya E.S., 2018. Analysis of the development of primary housing market in Belgorod. Vector of Geosciences. 1(3): 84-87.

УДК 351.02

АНАЛИЗ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

Лозовая Светлана Юрьевна – доктор технических наук, профессор городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, lozwa@mail.ru

Лозовой Николай Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, lozwa88@mail.ru

Аннотация: дана характеристика эрозионным процессам, возникающим от воздействия поверхностных водных потоков, таких как размыв грунтов, берегов и русел рек. Даны характеристики различным видам эрозий характерным для Белгородской области с визуальным сопровождением, в том числе со спутниковым.

Ключевые слова: эрозионные процессы; воздействие поверхностных водных потоков; размыв грунтов, берегов и русел рек;, виды эрозий; визуальное сопровождение, в том числе со спутниковым.

Введение. Эрозия представляет собой комплекс процессов, приводящих к разрушению горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром; к размыву грунтов, берегов и русел рек, вследствие которых происходит отрыв и вынос обломков материала, а также их отложение. Эрозионные процессы являются одним из факторов формирования рельефа, т.к. они обеспечивают отрыв и вынос обломков материала, в результате чего формируется сток наносов (отложения). Эрозия считается нормальной, если смыв поверхностного слоя не превышает накопления в почве гумуса в процессе почвообразования; ускоренной, если она сопровождается потерей гумуса, не компенсируемой почвообразовательным процессом – это влечет за собой снижение естественного плодородия почв и сопровождается заметным изменением рельефа [1...3].

Существует множество видов эрозии (рис. 1), на склонах часто встречается плоскостная эрозия (смыв), образующаяся в результате потока талых и дождевых вод. Овражная эрозия развивается в процессе деятельности временных потоков, скапливающихся в бороздах, различных линейно-вытянутых понижениях. Также существует речная эрозия, связанная непосредственно с изменением русел рек. Плоскостную эрозию почв осуществляют пластовые потоки, которые покрывают поверхность склона сплошной пленкой, или ручьями, возникающими при поступлении воды в неровности микрорельефа склонов. Развитие овражной эрозии происходит, если в первичной эрозионной борозде сосредотачивается определенное количество стекающей воды, которое способно удалить поступающий в поток твердый материал с участка расположенного выше. Это условие напрямую зависит от размеров водосборной площади промоины, уклона склона, механического состава почв и других факторов. Речная эрозия классифицируется на боковую – размывы берегов рек, смещение русел рек, а расширение долин – результат развития глубинной эрозии. Скорость развития боковой эрозии зависит от устойчивости речных русел, чем быстрее размываются горные породы, слагающие берега, тем быстрее развивается эрозионный процесс, масштаб этого развития может принимать катастрофические размеры [1...3].

Таким образом, кроме того что эрозионные процессы приводят к смыву почв, снижают их плодородие, расчленяют земли оврагами, они также способствуют разрушению сельскохозяйственных угодий, инженерных объектов и коммуникаций – все это свидетельствует о том, что необходимо прогнозировать развитие эрозии и принимать меры по предотвращению возникновения опасных эрозионных процессов защите [1...3].

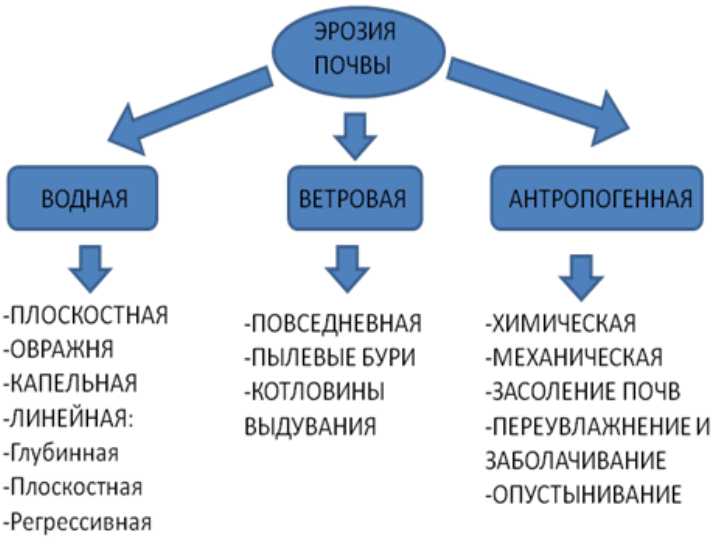


Рис. 1. Схема видов эрозии

Развитие эрозионных процессов приводит к различным аварийным ситуациям, поэтому на территориях, склонных к возникновению эрозии в обязательном порядке проводятся инженерно-геологические изыскания.

В Белгородской области наиболее часто встречаются такие виды эрозии, как плоскостная, овражная и линейная. В редких случаях рассматривается капельная эрозия, в результате которой происходит разрушение почвы ударами капель дождя (рис. 2) [1].

Рис. 1. Капельная эрозия

Плоскостная эрозия (рис. 2, 3) представляет собой смыв верхнего слоя грунта на склонах потоками талых (дождевых) вод и не несет за собой существенного ущерба. Но при проектировании зданий и сооружений на территории, подверженной плоскостной эрозии, необходимо учитывать ее влияние, а также следует предусмотреть профилактические мероприятия, например, по укреплению грунта. Так как длительное воздействие эрозии на фундамент может способствовать его разрушению, и, как следствие, возникновению деформаций конструкции. Кроме того, последствиями плоскостной эрозии является частичный смыв грунта на конкретном участке (рис. 4, 5), а также его намыв в другой части участка. Поверхностная (плоскостная) эрозия в крупных масштабах приводит к образованию делювиальных отложений [1...3].

Механизм образования овражной эрозии (рис. 6, 7) связан с временными потоками воды, которые накапливаются в бороздах, углублениях линейно-вытянутой формы (балка, склон и др.).

Рис. 3. Плоскостная эрозия на спутниковом снимке

Рис. 4. Частичный смыв грунта потоком дождевых вод

Рис. 5. Смыв грунта, снимок по спутника

Так как развитие овражных эрозионных процессов наносят существенный вред, то подверженные им территории подвергаются детальным геологическим изысканиям (рис. 8). Последствием интенсивного потока дождевых вод может являться образование оврага глубиной до 20 метров [3]. Это может привести к возникновению аварийных ситуаций, либо к полной остановке строительства, если овраг образовался на площадке под застройку.

Рис. 6. Овражная эрозия

Рис. 7. Овражная эрозия на космическом снимке

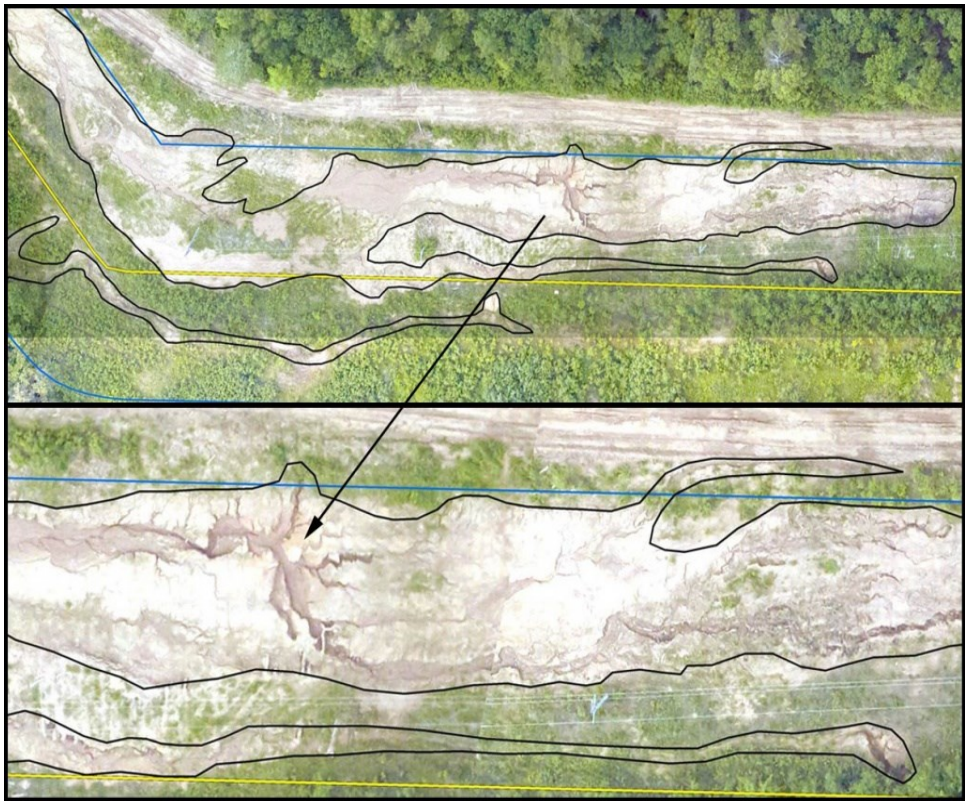


Рис. 8. Развитие овражной эрозии

Линейная (речная) эрозия (рис. 9, 10) развивается в долинах рек (рис. 11), часто на небольших участках, и приводит к расчленению земной поверхности, и, как следствие, к изменению береговой линии. При этом изменяется структура грунта, его основные физические и механические свойства. Смытые частицы обычно формируются в виде конусов выноса, образуя пролювиальные отложения [1...3].

Поэтому, на территориях расположенных вблизи водных объектов, предназначенных под застройку обязательно предусмотрено проведение гидрогеологических исследований, в ходе которых изучаются свойства грунтов, геология участка и геологические условия прилегающей территории.

Рис. 9. Речная эрозия

Рис. 10. Речная эрозия на космическом снимке

Рис. 11. Разновидность линейной речной эрозии

Линейные эрозии бывают:

Глубинная (донная) – разрушение дна русла водотока. Имеет направление от устья вверх по течению и развивается до достижения дном уровня базиса эрозии (рис. 12).

Боковая – разрушение берегов (рис. 12).

Регрессивная – размыв текущей водой горных пород. Приводит к углублению русла водотока от устья в сторону истока (рис. 12).

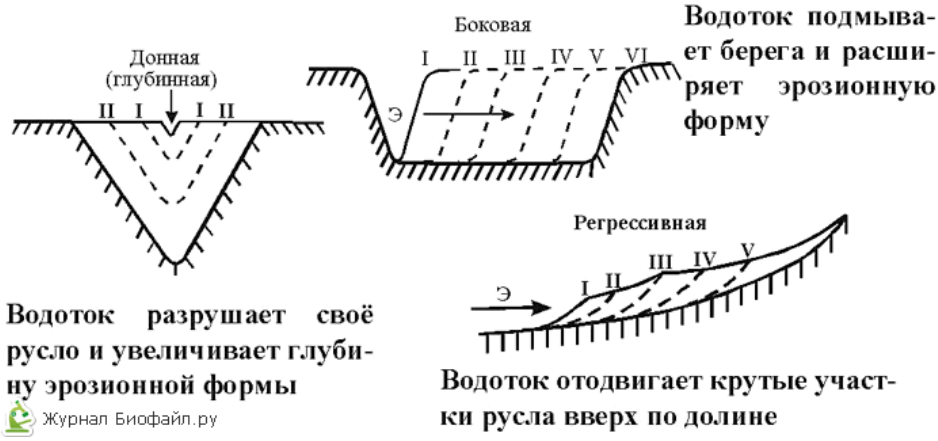


Рис. 12. Виды линейной эрозии

В каждом постоянном и временном водотоке (реке, овраге) совместно действуют два вида эрозии, но в начале развития преобладает глубинная, а в дальнейшем – боковая. Необходимо учитывать эрозионные процессы и при эксплуатации строительных объектов, во избежание последствий аварий и разрушений. Чтобы существенно ослабить влияние эрозионных процессов, следует проводить своевременное обследование территорий [1...2]. Сбор, обработка, хранение и обновление информации по конкретному участку обеспечивают возможность прогнозирования изменений геологических условий, в частности, возникновения опасных геологических процессов (эрозионных). При выявлении эрозии на исследуемой территории проектные организации по данным геологического отчета смогут установить защитные меры безопасности или провести специальные мероприятия по предотвращению разрушающих эрозионных последствий.

**Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эрозионные процессы [электронный ресурс]. url: http://www.studfiles.ru/preview/3609267/page:2/.
2. Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М., Смолярчук В.В., Трунова А.Э. Анализ затоплений урбанизированных территорий Белгородской области с использованием геоинформационных систем и технологий // Наука и образование сегодня. 2017. № 9 (20). С. 52-56.
3. Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М, Смолярчук В.В., Трунова А.Э. Использование метода кригинга в среде программного продукта *surfer* для изучения динамики изменения рельефа // Austria-science. 2017. №7. С. 3-8.

REFERENCES

1. Ehrozionnye processy [ehlektronnyj resurs]. url: http://www.studfiles.ru/preview/3609267/page:2/.
2. Lozovaya S.Yu., Lozovoj N.M, Cmolyarchuk V.V., Trunova A.Eh. Analiz zatoplenij urbanizirovannyh territorij Belgorodskoj oblasti s ispol'zovaniem geoinformacionnyh sistem i tekhnologij // Nauka i obrazovanie segodnya. 2017. № 9 (20). S. 52-56.
3. Lozovaya S.Yu., Lozovoj N.M., Cmolyarchuk V.V., Trunova A.Eh. Ispol'zovanie metoda kriginga v srede programmnogo produkta surfer dlya izucheniya dinamiki izmeneniya rel'efa // Austria-science. 2017. №7. S. 3-8.

ANALYSIS OF EROSION PROCESSES, WHICH ARE PECULIAR TO THE BELGOROD REGION

Lozovaya S.Yu., Lozovoy N.M.

Annotation: the characteristic of erosion processes arising from the impact of surface water flows, such as erosion of soils, banks and river beds. There are given characteristics of various types of erosion, which are peculiar to the Belgorod region with visual accompaniment, including satellite.

Key words: erosion processes; exposure to surface water flows; erosion of soils, banks and river beds; types of erosion; visual accompaniment, including satellite.

© Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М., 2018

Лозовая С.Ю., Лозовой Н.М. Анализ эрозионных процессов, характерных для Белгородской области // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 88-94.

Lozovaya S.Yu., Lozovoy N.M., 2018. Analysis of erosion processes, which are peculiar to the Belgorod region. Vector of Geosciences. 1(3): 88-94.

УДК 639.2.053+551.48

ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. СЫРДАРИЯ В ПРЕДЕЛАХ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Самбаев Нурлан Серикбаевич – научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», aralnpcrh@mail.ru

Аннотация: река Сырдарья, являющаяся главной водной артерией Аральского моря, претерпевает значительный антропогенный прессинг. Для различных хозяйственных нужд из бассейна р. Сырдарьи ежегодно забирается около 12 000 млн. м^3 воды, в том числе на орошение – 9600 млн. м^3, т.е. 80 %. Годовые стоки р. Сырдарьи в нижнем течении за многолетний период характеризуются нестабильностью, что обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. В настоящий период влияние антропогенного фактора на природную экологическую систему весьма велика. Одним из главных негативных факторов является нерациональное использование биологических ресурсов и водохозяйственной инфраструктуры.

Ключевые слова: инфильтрация, сток, расход, минерализация.

Введение. На территории Казахстана река принимает три притока реки Келес, Куруккелес, и Арыс. Протяженность на территории Южно-Казахстанской области составляет – 346 км, в Кызылординской области –1281 км. В работах ряда исследователей К.А Омарова, К.В Цыценко, В.А Духовного о выделениях различных зон в бассейне р. Сырдария, сходятся к одному общему мнению: к верхнему течению относится зона природного формирования стока, расположенная в неорошаемой части бассейна в верхних долинах хребтов Тянь-Шаня и Алая. Среднее течение расположено в аллювиальных долинах (Ферганская, Чирчикская), где речной сток подвержен влиянию возвратных вод с орошаемых территорий и других видов хозяйственной деятельности, завершающееся створом плотины Шардаринского водохранилища. Нижнее течение расположено ниже Шардаринского водохранилища в зоне рассеивания стока, протяженность до устья реки 1679 км. Данный транзитный участок отличается практическим отсутствием боковой приточности и потребление стока идет только на различные хозяйственные нужды, главным образом на орошение [1...3].

Как известно, в низовье р. Сырдария уже во второй половине прошлого века остро ощущался дефицит воды, а около 30 лет назад в ее устье сток сокращался почти до нуля. Но в конце 80-х годов на территории бывшего СССР взгляды людей к состоянию окружающей среды сильно изменились и декханы Сырдарии стали более бережно относится к водным ресурсам [4]. В результате уже в начале 90-х годов вода по р. Сырдария стала регулярно поступать в северную часть Аральского моря. Хотя объем этой воды был примерно в 2...4 раза меньше, чем величина естественного стока (14,9 км^3), его хватало, чтобы обводнить значительную часть современного «Малого Арала» и там начался процесс опреснения. В настоящее время величина годового стока в устье р. Сырдария колеблется от 3,6 до 9,0 км^3.

Анализируя годовые стоки воды по данным Кызылординского центра «КазГидромет» максимальный сток р. Сырдария в Аральское (Малое) море за последние шесть лет отмечен в 2010 г. – 9198 млн. м^3. В 2011 г. годовой сток составил 4636 млн. м^3, такое снижение стока, видимо, связано с забором воды на орошаемые земли в летне-осеннее время в достаточном количестве. Анализ данных за 2012...2014 гг., показал что значения составили 4,106...5,134 млн. м^3. Значение за 7 месяцев 2015 г. составило 3,473 млн. м^3, за 8 месяц 2016 г. составило 2600 млн. м^3, видна тенденция уменьшения с каждым годом, но в текущий период 2018 г. наблюдается снижение стока до минимального значения, связанное с строительством моста на реке Сырдария в Казалинском районе.

По данным Кызылординского центра КазГидромета, из гидропоста Каратерень на

рис. 1 представлена динамика среднемесячного годового стока (млн. м^3) в низовьях р. Сырдария.

Потеря речного стока на участке от Казалинска до Каратерени (86 км) в зависимости от месяца колебалась от 55 до 358 м^3. Такая разница между стоками на гидроузлах Казалинск и Каратерень связана с наполнением озер в приморской зоне. Потери, связанные с трансформацией стока в русле и пойме реки в значительной мере являются возвратными, если рассматривать не короткий интервал времени, а большой период, в течение которого вода задержания на участке может стечь через нижний замыкающий створ. Наряду с такого рода потерями, на рассматриваемом участке имеются и безвозвратные потери воды на заполнение многочисленных пойменных озер и стариц, не сообщающихся с рекой, инфильтрацию в почву в пойме и испарение (рис. 2).

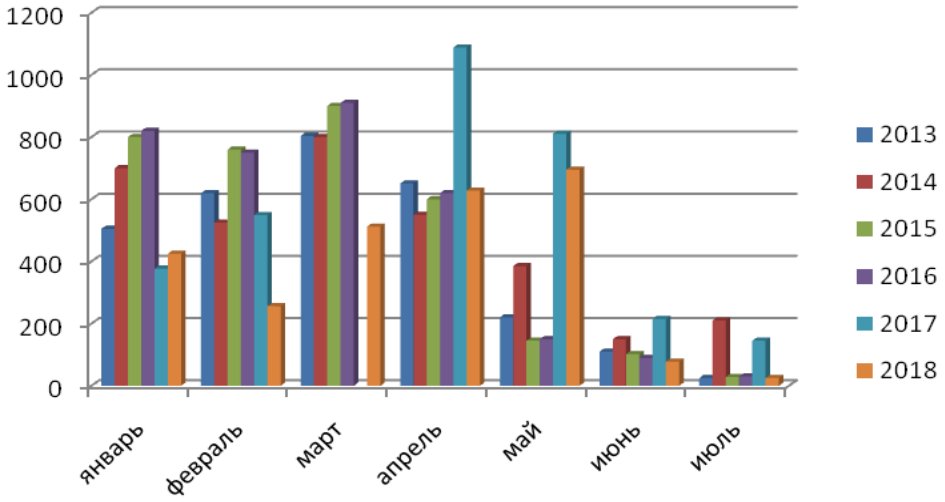


Рис. 1. Динамика среднемесячного и годового стока (млн. м^3) по данным гидропоста Каратерень 2013...2018 гг.

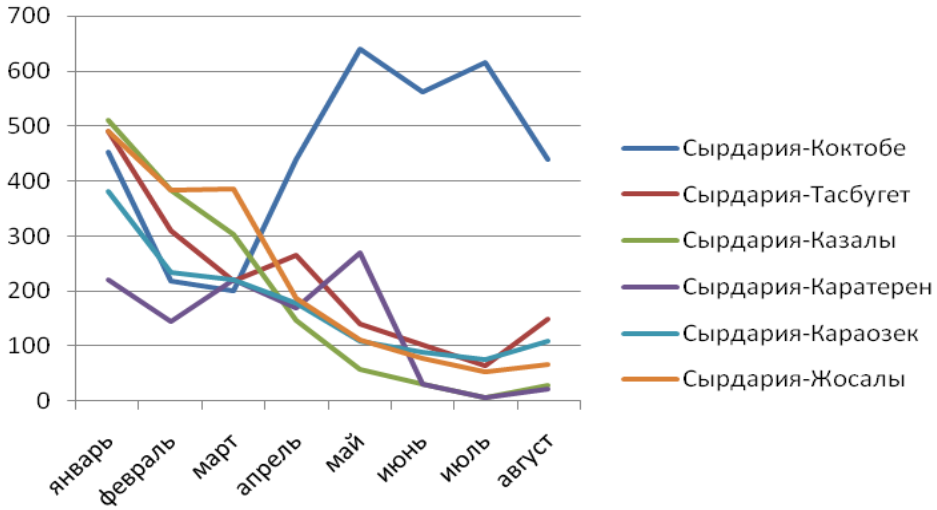


Рис. 2. Динамика среднемесячного расхода воды (м^3/с) по гидропостам Кызылординской области 2018 г.

Река Сырдария еще в первой половине прошлого века была значительно зарегулирована. С тех пор наибольшие месячные расходы воды характерны для начала весны, минимальные – за весь летний период. Такое распределение стока реки обусловлено большими объемами воды для орошения сельскохозяйственных полей в верхнем и среднем течениях. Весеннее половодье в нижнем течении р. Сырдария обычно начинается в конце марта – начале апреля. Затем, в связи с наполнением вышележащих водохранилищ и водозаборов, в место подъема уровня уже в апреле начинается спад.

За последние десять лет в бассейне р. Сырдария произошли значительные изменения, оказывающие существенное влияние на режим стока в нижнем течении реки – был построен Коксарайский

контрегулятор ниже Шардаринского водохранилища с емкостью около 3,0 км^3 и площадью водного зеркала – 465,0 км^2. Благодаря этому часть воды, уходившая ранее из водохранилища в Арнасайскую впадину безвозвратно (где образовался водоем длиной более 160,0 км) теперь вновь возвращается в русло р. Сырдария через контрегулятор, что в конечном счете, должно привести к увеличению стока воды в ее низовьях (здесь можно отметить, что само Коксарайское водохранилище, имея такую большую площадь, ежегодно испаряет в атмосферу до 0,5...0,6 км^3 влаги).

Например, по данным КазГидромета, по р. Сырдария в Кызылординскую область в течение январь-август месяцев текущего года поступило около 12,0 км^3 воды. Из них в вегетационный период 1,6 км^3 воды направляется на рисовые поля, 1,5 км^3 – на наполнение рыбохозяйственных озер и около 1,4 км^3 на орошение бахчевых культур и орошаемых пастбищ. По логике остальные 7,9 км^3 воды должны были поступить в северную часть Аральского моря. Однако, за указанные месяцы через гидропост Каратерень (ближайший к устье р. Сырдария) прошло всего 3,2 км^3 воды. Спрашивается, куда делись остальные 4,7 км^{3}влаги?! Ясно, что они частично инфильтровались в почву, пополняя запасы грунтовых вод, а большая часть воды испарилась с поверхностей тех самых болот (тут в объемы испарения и фильтраций не включена та часть, которая теряется на орошаемых полях). Конечно, в силу воздействия естественных и антропогенных факторов, объемы бесполезных потерь стока в разные годы будут больше или меньше указанной цифры (4,7 км^3). Как показывает мировая практика, при наполнении грунтовых вод до определенного предела они выходят на поверхность и, как правило, будучи более солеными, чем поливная вода, вытягивают соль на поверхность и там почва становится непригодной для сельского хозяйства. То есть в бассейне р. Сырдария в недалеком будущем, если не принять соответствующие меры, ожидается новый экологический кризис, обусловленный, на этот раз, исключительно бесхозяйственностью человека.

Анализ расходов воды за период с 20-го мая по 20-е июня в периоды исследования показывает резкое их падение в течение этого периода с 97,5 м^3/с 26-го мая до 53,7 м^3/с по 20-е июня. Это, в свою очередь, вызывает снижение уровня воды, чем создаются неблагоприятные условия для естественного воспроизводства рыб. Ниже по течению реки Сырдария в створах Кокбулак и Томенарык наблюдается убыль стока. Убыль же стока в нижнем, замыкающем бассейне р. Сырдария в створе существенно ниже, чем в Томенарыке. Вероятно, увеличение водозаборов в верхнем течении реки вызвало уменьшение разливов в половодье на участке Томенарык – Казалинск. В результате затраты стока на орошение в верхнем и нижнем течениях реки, частично компенсировались сокращением потерь речной воды на разливы в пойме нижнего течения.

Наименьшие месячные расходы (в отдельные годы – 6...10 м^3/с или 16...50 млн. м^3) в устье реки наблюдаются в летние месяцы, когда полив сельскохозяйственных угодий в разгаре. При такой величине расхода движение воды в главном русле реки практически не улавливается обычной гидрометрической вертушкой.

По окончании поливного сезона сток воды в реке вновь увеличивается и достигает до 150...200 м^3/с. В настоящее время новое устье р. Сырдария разветвлено на десятки рукавов, имеющие весьма разные размеры. Большинство из рукавов мелководные, заросшие тростником и не представляет интерес, как рыбоход. Во время летней межени большая часть из них высыхает, а главные протоки сильно замедляют течения, приустьевой бар обнажается. Распределение стока в плане, представленное на схеме, составленное по результатам измерений в сентябре 2016 г. (рис. 3), отражает картину среднего значения расхода воды, а в летний период оно меняется до неузнаваемости.

Расположенные обширные сети ирригационных и коллекторных каналов приводят к сильному изменению режима стока по реке не только в поливной сезон, но и в течение всего осенне-зимнего периода.

Последнее обусловлено тем, что каждый регулятор (плотина со шлюзами), даже в период отсутствия полива, аккумулирует некоторое количество воды и нередко это происходит целенаправленно, дабы спасти населенные пункты от затопления [4].

Однако, вышеуказанные ирригационные каналы, находящиеся в среднем и нижнем течениях реки Сырдария, построенные в основном в советский период, не «обшиты» противофильтрационными материалами. Вследствие чего значительная часть подаваемой по каналу воды проникает через их стены, образуя огромные, вытянутые вдоль берегов болота. Их площади достигают сотни и тысячи гектаров. Из их поверхности испаряется ежегодно очень большое количество воды, а также фильтруется в почву, то есть огромное количество стока р. Сырдария теряется впустую.

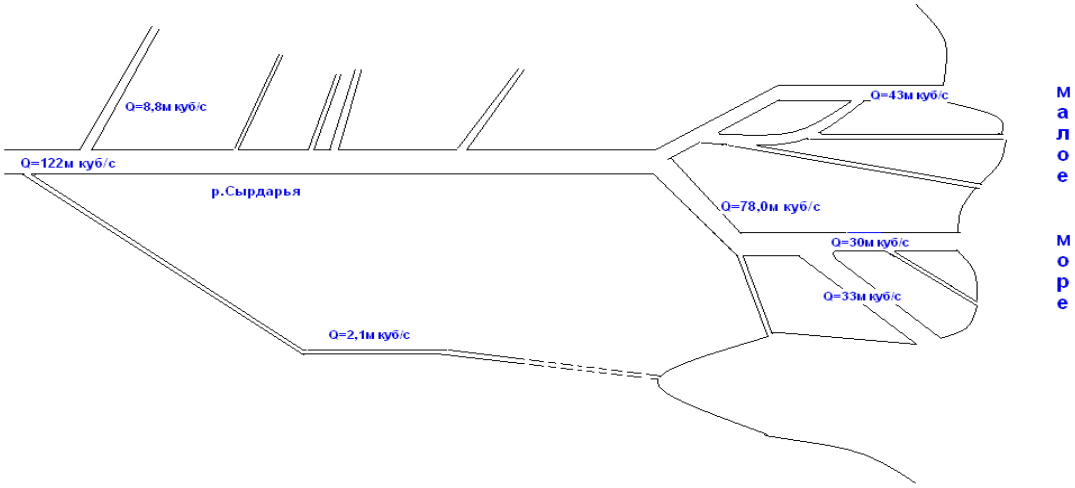


Рис. 3. Схема распределения стока воды в устье р. Сырдария

В периоды снижения водного стока и усиления антропогенных воздействий для реки характерны снижение относительного показателя кальция и гидрокарбонатов, сравнительное постоянство ионов магния, что связано с ростом выноса из их бассейнов доли сульфатных соединений. Процесс диффузионного перемешивания солей, направленный в сторону выравнивания концентраций растворов, ускоряется под влиянием ветрового перемешивания водных масс, разности их плотности и температур. Скорость диффузий пропорциональна градиенту концентраций солей в растворах [5].

В равнинных условиях аридного климата, где 90 % составляет ирригационное водопотребление, антропогенное воздействие на минерализацию речной воды связано, главным образом, с орошением. В водных объектах нижнего течения реки минерализация воды может несколько повышаться за счет испарения. Однако согласно расчетам К.Г Лазарева увеличение минерализации за счет испарения из водохранилищ в маловодные годы не превышает 8...10 % в бассейне реки Сырдария, в то же время, под влиянием всего комплекса антропогенных факторов минерализация возрастает в несколько раз.

По данным исследований в 2014...2017 гг. минерализация речной воды относительно стабильна в концентрациях 900...1100 мг/дм^3, по гидропостам (в многоводный период 2010 г. ее значения снизились, почти в полтора раза, что несомненно связано с большим приходом воды в весеннее время).

По итогам многолетних исследований за последние десятилетия в воде р. Сырдария отмечается повышенная концентрация сульфатных соединений до 40...45 %. Такое содержание концентрации объясняется поступлением в речные воды в результате растворения сульфатов натрия и хлоридов с полей орошения.

Содержание в воде аммонийного и нитратного азота подвержены сезонным колебаниям. Концентрация аммонийного азота в речной воде содержатся в пределах 0,15...0,32 мг/дм^3, нитратов – 2,06….6,25 мг/дм^3, минерального фосфора 0,020…0,098 мг/дм^3. В периоды снижения водного стока и усиления антропогенных воздействий для реки

характерны снижение относительного показателя кальция и гидрокарбонатов, сравнительное постоянство ионов магния, что связано с ростом выноса из их бассейнов доли сульфатных соединений [6]. Процесс диффузионного перемешивания солей, направленный в сторону выравнивания концентраций растворов, ускоряется под влиянием ветрового перемешивания водных масс, разности их плотности и температур. Скорость диффузий пропорциональна градиенту концентраций солей в растворах.

Замедление водообмена, явления термической и кислородной стратификации и развитие органической жизни вызывают ухудшение качества воды при усиленном антропогенном воздействии на водоемы. Все выше указанные исследования, в основном, отображают режим рассматриваемых гидрохимических показателей, однако степень влияния каждого из них зависит от водного режима, пространственно-временных особенностей и ряда внутриводоемных процессов.

Интенсивное поступление в речную сеть коллекторно-дренажных вод из орошаемых массивов в летне-осенние периоды и смыв пестицидов в весенние месяцы с поверхности водосборной площади и орошаемых земель во время зимних оттепелей и весеннего снеготаяния являются основными факторами загрязнений и изменений состава и свойств воды также влияющими на соленость в целом. Межгодовые и сезонные колебания водного стока за многолетний период, обусловленные влиянием различных природных и антропогенных факторов, а также нарушение естественного водно-солевого режима почв обширных территории бассейна реки и неразумное ведение орошения могут существенно изменить характер денудацинного процесса бассейна и химический сток реки выносимый в Малое Аральское море [7]. Изучение влияния указанных и ряд других разных факторов на формирование биологического и гидрохимического режима водоемов бассейна, создание гидротехнических сооружений, представляет, несомненно, научный интерес и может наметить пути оптимального функционирования водных экосистем в условиях многообразия антропогенных воздействий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Львович М.И. Опыт классификации рек СССР // Тр. общества естествоиспытателей при Казанском ун-те 1938. Вып VI. С. 35.

2. Кузнецов В.И. Об изменениях стока р. Сырдария в связи с развитием орошения // Метеорология и гидрология. 1957. № 7. С. 7-20.

3. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л.: Гидрометиоиздат, 1975. 372 с.

4. Кипшакбаев Н., Соколов В.И. Водные ресурсы бассейна Аральского моря: формирование, распределение, водопользование // Сб. науч.-практ. Междунар. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии». 2002. С. 47.

5. Алекин О.А. К изучению количественных зависимостей между минерализацией, ионным составом и водным режимом рек СССР // Труды ГГИ. 1950. Вып. 25(79). С. 25.

6. Алекин О.А., Бражникова Л.Д. Методы расчета ионного стока // Гидрохимические материалы. 1963. Т. 35. С. 135-148.

7. Рябцев А.Д., Кешимов А.К. Водные ресурсы Казахстана: проблемы и перспективы использования // Водное хозяйство Казахстана. 2004. № 1. С. 18.

REFERENCES

1. L'vovich M.I. Opyt klassifikacii rek SSSR // Tr. obshchestva estestvoispytatelej pri Kazanskom un-te 1938. Vyp VI. S. 35.

2. Kuznecov V.I. Ob izmeneniyah stoka r. Syrdariya v svyazi s razvitiem orosheniya // Meteorologiya i gidrologiya. 1957. № 7. S. 7-20.

3. Harchenko S.I. Gidrologiya oroshaemyh zemel'. L.: Gidrometioizdat, 1975. 372 s.

4. Kipshakbaev N., Sokolov V.I. Vodnye resursy bassejna Aral'skogo morya: formirovanie, raspredelenie, vodopol'zovanie // Sb. nauch.-prakt. Mezhdunar. konf. «Vodnye resursy Central'noj Azii». 2002. S. 47.

5. Alekin O.A. K izucheniyu kolichestvennyh zavisimostej mezhdu mineralizaciej, ionnym sostavom i vodnym rezhimom rek SSSR // Trudy GGI. 1950. Vyp. 25(79). S. 25.

6. Alekin O.A., Brazhnikova L.D. Metody rascheta ionnogo stoka // Gidrohimicheskie materialy. 1963. T. 35. S. 135-148.

7. Ryabcev A.D., Keshimov A.K. Vodnye resursy Kazahstana: problemy i perspektivy ispol'zovaniya // Vodnoe hozyajstvo Kazahstana. 2004. № 1. S. 18.

ASSESSMENT OF THE HYDROLOGICAL STATE OF THE RIVER SYRDARIA WITHIN THE KYZYLORDA REGION

Sambaev N.S.

Annotation: the Syrdarya river, which is the main waterway of the Aral Sea, is undergoing significant anthropogenic pressure. For various economic needs, about 12,000 million cubic meters of water is annually taken from the Syrdarya river basin, including 9,600 million cubic meters for irrigation, i.e. 80 %. Annual runoff the Syrdarya river over the long-term period, the Syrdarya river in the lower reaches are characterized by instability, which is due to both natural and anthropogenic factors. In the present period, the influence of the anthropogenic factor on the natural ecological system is very large. One of the main negative factors is the inefficient use of biological resources and water infrastructure.

Key words: infiltration, runoff, consumption, mineralization.

© Самбаев Н.С., 2018

Самбаев Н.С. Оценка гидрологического состояния р. Сырдария в пределах Кызылординской области // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №3. С. 95-100.

Sambaev N.S., 2018. Assessment of the hydrological state of the river Syrdaria within the Kyzylorda region. Vector of Geosciences. 1(3): 95-100.

ИСПОЛНИЛОСЬ 70 ЛЕТ ВАСИЛИЮ ИВАНОВИЧУ ЛЯШЕНКО

Исполнилось 70 лет Василию Ивановичу Ляшенко – старшему научному сотруднику, кандидату технических наук, «Заслуженному изобретателю Украины», действительному члену Международной Академии авторов научных открытий и изобретений, член-корреспонденту Украинской экологической Академии наук, члену редакционной коллегии «Бюллетеня научно-технической и экономической информации. Черная металлургия», ученому секретарю, начальнику научно-исследовательского отдела государственного предприятия «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии» (ГП «УкрНИПИИпромтехнологии») Министерства угольной промышленности и энергетики Украины.

Ляшенко В.И. – известный специалист в области подземной разработки рудных месторождений сложной структуры – родился 02 января 1949 г. в Украине на Днепропетровщине. В 1972 году с отличием окончил горный факультет Криворожского национального университета. Трудовую деятельность в качестве горного инженера начал в ГП «УкрНИПИИпромтехнологии». Под научным руководством доктора техн. наук, профессора Симакова В.А. заочно окончил аспирантуру Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе. С 1991 по 2002 гг. работал заместителем главы госадминистрации г. Желтые Воды (Украина) по вопросам экологии и научных программ, а в 1994 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В органах государственной исполнительной власти Ляшенко В.И. занимался вопросами охраны окружающей природной среды, руководил разработкой «Государственной программы мероприятий по радиационной и социальной защите населения г. Желтые Воды Днепропетровской области». Начиная с 1996 по 2002 гг. осуществлял координацию работ по реализации указанной и других научных программ города, был научным консультантом в области радиоэкологии и радиационной безопасности объектов, населения и окружающей среды.

В ГП «УкрНИПИИпромтехнологии» в качестве научного руководителя осуществлял координацию и научное сопровождение «Программы развития уранового производства Украины на период до 2030 г.». Координировал также разработкой Государственной программы ликвидации радиационно-опасных объектов производственного объединения «Приднепровский химический завод», отраслевых документов в области горной экологии, геологии, геомеханики, сейсмики и природоохранной технологии отработки урановых месторождений.

Отмечен знаком «Изобретатель СССР». За личный вклад в развитие горнорудного производства, весомые трудовые достижения в 1995 г. Указом Президента Украины ему присуждено Почетное звание «Заслуженный изобретатель Украины». В 2002 г. решением Президиума Международной Академии авторов научных открытий и изобретений избран действительным членом этой Академии. В 2003 г. решением Высшей аттестационной комиссии Украины ему присвоено ученое звание старшего научного сотрудника, а в 2005 г. он избран член-корреспондентом ***Украинской Экологической Академии наук.*** В 2016 г. избран также членом редакционной коллегии “Бюллетеня научно-технической и экономической информации. ***Черная металлургия”.*** Автор более 600 опубликованных научных работ в авторитетных издательствах, в том числе 4-х монографий, 10 брошюр, 44

изобретений и патентов, а также статей в журналах: более 100 – «Цветная металлургия», 51 – «Безопасность труда в промышленности», 27 – «Науковий вісник НГУ», 28 – «Горный журнал», 32 – «Металлургическая и горнорудная промышленность», 13 – «Екологія довкілля та безпека життєдіяльності", 20 – Изв. ВУЗов. Горный журнал, а также «Подземное и шахтное строительство», «Черная металлургия», «Физико технические проблемы разработки полезных ископаемых», «Стандарты и качество», «Уголь Украины» «Охрана труда», «Обогащение руд», «Экология и охрана труда», «Экология и промышленность», «Экология производства», «Модернизация производства», «Изв. вузов. Цветная металлургия», «Изв. вузов. Черная металлургия», «Изв. вузов. Геология и разведка», «Разведка и охрана недр», «Вестник Юридического института МИИТ», «Вестник Забайкальского государственного университета» и др. центральных и отраслевых зданий, включая базу ***SCOPUS*** и другие международные англоязычные версии.

Результаты научных исследований **Ляшенко В.И.** вошли во многие утвержденные нормативные документы, относящиеся к горному делу, охране и рациональному использованию недр, окружающей природной среды и защите населения, проживающего в зоне природного и техногенного загрязнения, направленные на повышение безопасности и охране труда в промышленности.

Основные научные работы: Природо- и ресурсосберегающие технологии погашения выработанных пространств при подземной разработке рудных месторождений (1991); Создание и внедрение малозатратных, ресурсосберегающих методов, средств и технологий на горных предприятиях (1991); Охрана окружающей среды на горных предприятиях сырьевой базы атомной энергетики (1993); Радиационная и социальная защита населения в регионе уранодобывающих и перерабатывающих предприятий (1997); Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах (2003); Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения (2007); Инновационные технологии горно-металлургического комплекса Украины» (2009); Экологическая безопасность уранового производства» (2011); Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промислових регіонах України (2011); Экологическая безопасность уранового производства (2012); Радиационная и социальная защита населения в регионах уранодобывающих и перерабатывающих производств Украины (2013); Развитие технологий и технических средств обращения с отходами уранового производства (2013); Инновационные технологии обращения с отходами уранового производства (2013); Экологическая безопасность уранового производства в Украине (2014); Новые технологии утилизации хвостов гидрометаллургического производства в выработанные пространства и хвостохранилища (2014); Природоохранные технологии управления состоянием хвостохранилищ горно-металлургического производства (2014); Радиометрическая предконцентрация урановых руд (2015); Научно-технические предпосылки повышения экологической безопасности в горнонодобывающем регионе (2015); Повышение экологической безопасности в зоне влияния уранового производства (2016); Повышение безопасности горного производства на основе надежного технологического и технического обеспечения (2017); Justification of environmental technologies and means for dust control of tailing dumps surfaces of hydrometallurgical production and concentrating plants (2017); Improvement of technologies and technical means for ore mining and processing industry (2017); Efficiency increase for gold-bearing ore deposits with respect to the influence of sulfide surface nano barrier on metal adsorption (2017); Повышение экологической безопасности горного производства на основе использования отходов добычи и переработки рудного сырья (2018); Improving the efficiency of blasting operations in mines with the help of emulsion explosives (2018) и др. Они наиболее полно опубликованы в «Горном журнале». Часть из них приведены в его профиле Гугл-академии.

Горнотехническая общественность поздравляет ***Василия Ивановича*** с юбилеем и желает ему доброго здоровья и дальнейших творческих успехов в развитии ***Горного дела, охране и рациональному использованию недр, горной экологии, механизации горных процессов, безопасности труда в промышленности!***

Научный журнал «Вектор ГеоНаук».
2018. Том1. №3

Scientific journal «Vector of Geosciences».
2018. Vol.1. #3

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего образования
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Главный редактор: Черныш А.С.
Зам. главного редактора: Кара К.А.
Компьютерная верстка: Кара К.А.
Дизайн обложки: Костина Ю.Н.

Формат издания: 60×80/8. Распространяется бесплатно.
Адрес редакции и издателя: 308012. Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, ауд. 724/2 Гк.