



УДК 628: 032

А.К. Адрышев, Н.В. Серая, Г.К. Даумова, А.А. ХайруллинаВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОМ КОМПЛЕКСНОМ СОРБЕНТЕ**

Получен новый наноструктурированный комплексный сорбент (НСКС) на основе бентонитовой глины Таганского месторождения и отходов производства минеральной ваты, обладающий высокой сорбционной активностью по отношению к ионам тяжелых металлов (ТМ) в многокомпонентных растворах. Установлены кинетические характеристики процесса сорбции ионов хрома (VI), свинца (II) и цинка (II) на полученном сорбенте. Рекомендовано использование синтезированного сорбента для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий.

Көп компонентті ерітінділердегі ауыр металдар иондарына жоғары сорбциялық белсенділікке ие Таған кен орнының бентонит саз балшықтары мен минералды талшықтар өндірісі қалдықтарының негізінде жаңа наноқұрылымды комплексті сорбент (НҚКС) алынды. Алынған сорбентте хром(VI), қорғасын (II) және мырыш (II) иондарының сорбциялық үрдісінің кинетикалық сипаттамалары анықталған. Машинажасау және металл өңдеу кәсіпорындарының ағынды лас суларынан ауыр металл иондарын тазалау үшін синтезделген сорбентті қолдану ұсынылған.

A new nanostructured complex sorbent (NSCS) based on the bentonite clay of the Tagansk deposit and mineral wool production wastes has been obtained. It possesses high sorption activity with respect to heavy metal ions (HM) in multicomponent solutions. The kinetic characteristics of the sorption of chromium ions (VI), lead (II), and zinc (II) by the obtained sorbent are determined. It is recommended to use a synthesized sorbent for extraction of heavy metal ions from the wastewater of machine building and metal-working enterprises.

Ключевые слова: наноструктурированный комплексный сорбент (НСКС), бентонитовая глина, отходы производства минеральной ваты, сорбция, тяжелые металлы.

Для очистки сточных вод машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий обычно применяется реагентная технология, при которой ионы тяжелых металлов (ТМ) переводятся в нерастворимые гидроксиды с помощью щелочных реагентов. Однако эта технология имеет ряд недостатков: большой расход дорогих реагентов, не полное осаждение гидроксидов ТМ в связи с изменением их концентрации и pH стоков, проскок ионов ТМ за пределы очистных сооружений в составе очищенных сточных вод. При этом концентрация ионов ТМ может во много раз превышать нормы ПДК, что обуславливает необходимость доочистки обработанной воды другими методами. Поэтому проблема создания работоспособных неорганических сорбционных материалов, обладающих достаточной механической прочностью, устойчивостью, приемлемой кинетикой ионообменных процессов является актуальной.

В настоящее время вызывает интерес синтез сорбентов с высокой сорбционной емкостью, которые одинаково эффективно сорбируют различные катионы из многокомпонентных смесей. Перспективными материалами в этом отношении являются природные сорбенты, проявляющие селективность по отношению к ионам d-элементов [1, 2, 3].

Нами предложен новый способ получения наноструктурированного комплексного сорбента (НСКС) на основе бентонитовой глины и отходов производства минеральной

ваты. Данный сорбент может быть использован для очистки промышленных сточных вод от ионов ТМ при их совместном присутствии.

Синтез НСКС в виде пасты проводили следующим образом: бентонитовую глину, предварительно измельченную на щековой дробилке до размеров частиц 1-5 мм, и техногенный отход высушивали до постоянной массы при температуре 100 °С, затем загружали в помольные камеры вибрационной мельницы с мелющими телами. Полученную смесь перемешивали с дистиллированной водой до получения равномерной, пластичной, однородной формуемой массы-пасты с соотношением компонентов бентонит:отходы производства минеральной ваты = 2:1. Время измельчения – 15 мин [3, 4].

Важным фактором, определяющим условия изучения и практического использования сорбентов, является скорость установления сорбционно-десорбционного равновесия в изучаемой системе. Для описания характера процесса сорбции НСКС были исследованы кинетические зависимости сорбции ионов ТМ.

Для нахождения оптимальных параметров сорбции, а также установления сорбционных свойств было изучено влияние массы НСКС на сорбцию ионов хрома (VI). Определение содержания хрома (VI) в модельных растворах до и после очистки проводили фотометрическим методом по стандартной методике [5]. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние массы НСКС на сорбцию ионов хрома (VI) при $\tau = 30$ мин, $C = 0,5$ мг/дм³

Масса сорбента, г	1	1,25	1,43
$C_0(\text{Cr}^{+6})$, мг/дм ³	0,534499	0,522653	0,522653
$C(\text{Cr}^{+6})$, мг/дм ³	0,003230	0,002510	0,002025
α , %	99,40	99,52	99,61

Установлено, что увеличение массы НСКС существенного влияния на процесс сорбции не оказывает, поэтому для определения кинетики сорбции ионов хрома (VI) исследуемым сорбентом была выбрана оптимальная масса сорбента 1 г при соотношении Т:Ж=1:100. Кинетические зависимости сорбции ионов Cr (VI) (рис. 1) из модельных растворов с концентрацией 0,5, 1 и 1,5 мг/дм³ были получены при времени сорбции 0,5-6 ч. Сорбцию (А, мг/г) ионов хрома (VI) рассчитывали по следующей формуле:

$$A = \frac{(C_0 - C) \cdot V}{m}, \quad (2)$$

где C_0 - исходная концентрация, мг/дм³; C - равновесная (остаточная) концентрация, мг/дм³; m - масса навески сорбента, г; V - объем раствора, дм³.

Из рис. 1 видно, что для всех изученных систем величины сорбции достигают постоянных значений практически за 30 мин.

На первом участке ступенчатой кинетической кривой сорбция ионов хрома (VI) продолжается в течение первых 30 минут после начала контактирования фаз. На втором участке в течение последующих 0,5-1,5 часов величина сорбции незначительно возрастает. Полная сорбция ионов хрома (VI) происходит после 3-часового взаимодействия, наступает сорбционное равновесие. Дальнейшее увеличение времени контактирования нецелесообразно. Ступенчатый характер кинетических кривых сорбции является следствием того, что адсорбция ионов хрома (VI) происходит на микропористом НСКС. На первом этапе сорбции существенную роль играет массоперенос на границе раздела фаз и взаимодействие ионов хрома (VI) с поверхностью сорбента, на втором этапе – внутренняя

диффузия ионов хрома (VI) в доступные по размерам поры сорбента, позволяющая ионам хрома (VI) вновь сорбироваться на внешней поверхности сорбента.

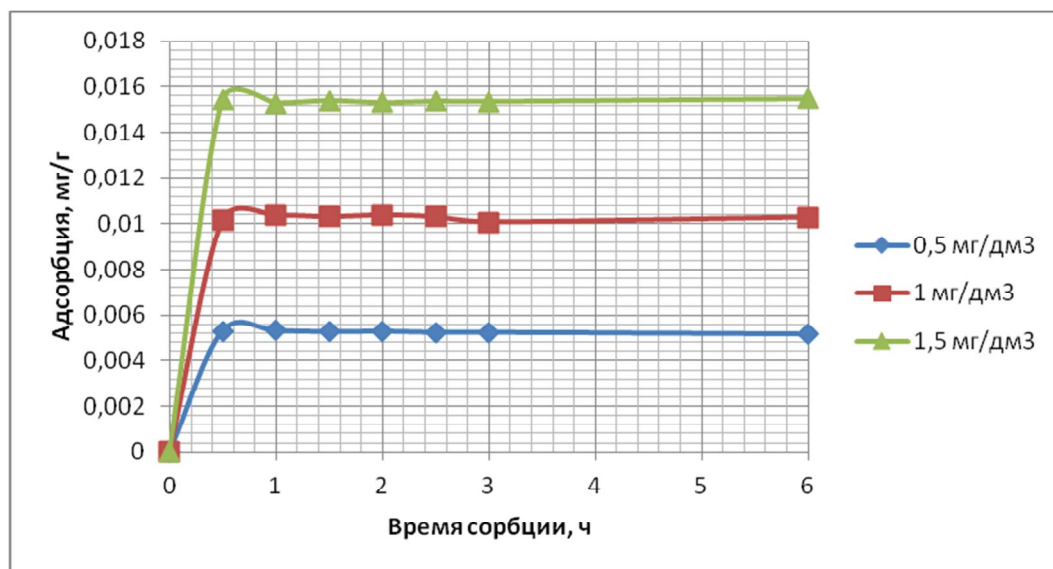


Рисунок 1 – Кинетические кривые сорбции ионов хрома (VI) НСКС

Полученные результаты исследований показали высокую адсорбционную способность НСКС на основе бентонитовой глины и отходов производства базальтового волокна по отношению к ионам хрома (VI). Изучение кинетики сорбции показало, что во всех случаях выделяется начальный участок относительно быстрой сорбции катионов Cr (VI) с последующим постепенным замедлением процесса. Так, равновесная величина сорбции на НСКС во всех опытах достигает в среднем 96-99% от ее предельного значения в течение ~ 0,5 ч.

Оптимальные параметры сорбции устанавливали при изучении влияния массы НСКС на сорбцию ионов свинца (II) из модельных растворов (табл. 2).

Таблица 2

Влияние массы НСКС на сорбцию ионов свинца (II) при $\tau = 30$ мин, $C = 0,5$ мг/дм³

Масса сорбента, г	1	1,25	1,43
$C_0(\text{Pb}^{+2}), \text{мг/дм}^3$	0,4952		
$C(\text{Pb}^{+2}), \text{мг/дм}^3$	0,0633	0,0545	0,0568
$\alpha, \%$	87,22	88,99	88,53

Анализ полученных данных позволил установить, что с увеличением массы НСКС степень очистки повышается незначительно, следовательно, использование перерасхода сорбента нерентабельно.

Для изучения кинетики сорбции ионов свинца (II) исследовали водные растворы свинца (II) с концентрацией 0,5, 1 и 5 мг/дм³ при Т:Ж=1:100. В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая эффективность к сорбции исследуемых ионов свинца (II) проявляется на первом этапе взаимодействия сорбента с раствором (рис. 2). Вероятно, это происходит за счёт интенсивного заполнения пор бентонита ионами свинца.

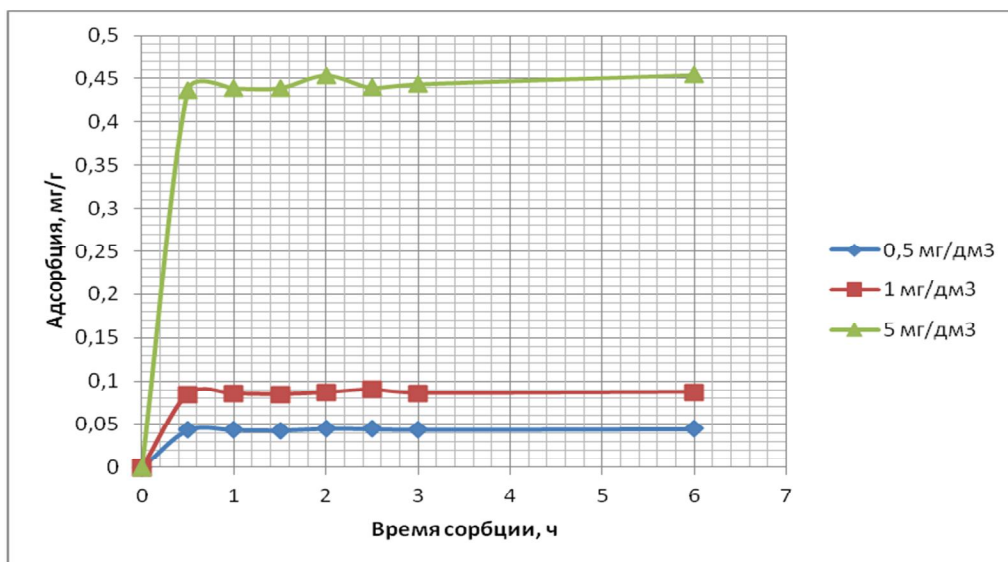


Рисунок 2 – Кинетические кривые сорбции ионов свинца (II) на НСКС

На первом участке ступенчатой кинетической кривой при концентрации $0,5 \text{ мг/дм}^3$ сорбция ионов свинца (II) продолжается в течение первых 30 минут после начала контактирования фаз. На втором участке в течение последующих 0,5-2 часов величина сорбции незначительно возрастает. Максимальная сорбция ионов свинца (II) происходит после 2-часового взаимодействия. Дальнейшее увеличение времени перемешивания приводит к незначительному падению сорбции ионов и является нецелесообразным.

Кинетическая кривая, полученная при концентрации 1 мг/дм^3 , свидетельствует о сорбции ионов свинца (II) также в течение первых 30 минут, в течение последующих 0,5-2,5 часов величина сорбции незначительно возрастает и максимального значения достигает после 2,5-часового взаимодействия. При концентрации 5 мг/дм^3 ионы свинца (II) сорбируются НСКС в первые минуты контактирования до 30 минут, затем наступает период от 0,5 до 2 часов незначительного увеличения сорбции, максимальная сорбция (93%) наступает после 6-часового перемешивания.

Таким образом, ступенчатый характер кинетических кривых сорбции подтверждает, что адсорбция ионов свинца (II) происходит на микропористом НСКС. Изучение кинетики сорбции показало, что во всех случаях выделяется начальный участок относительно быстрой сорбции катионов Pb^{2+} с последующим постепенным замедлением процесса. Так, равновесная величина сорбции на наноструктурированном комплексном сорбенте во всех опытах достигает в среднем 87-91% от ее предельного значения в течение $\sim 2 \text{ ч}$.

Оптимальные параметры сорбции были установлены при изучении влияния массы НСКС на сорбцию ионов цинка (II) из модельных растворов (табл. 3).

Таблица 3
Влияние массы НСКС на сорбцию ионов цинка (II) при $\tau = 30 \text{ мин}$, $C = 0,5 \text{ мг/дм}^3$

Масса сорбента, г	1	1,25	1,43
$C_0(\text{Zn}^{+2})$, мг/дм ³	0,4952		
$C(\text{Zn}^{+2})$, мг/дм ³	0,1609	0,1223	0,1429
α , %	67,51	75,30	71,14

Анализ полученных данных позволил установить, что с увеличением массы наноструктурированного сорбента степень очистки повышается с 67,51% до 75,3%. Кинетика сорбции ионов цинка (II) была изучена в водных растворах цинка (II) с концентрацией 0,5, 1 и 5 мг/дм³ при соотношении Т:Ж=1:100 для сохранения одинаковых условий эксперимента для всех изучаемых металлов.

Изучение зависимостей степени сорбции ионов цинка (II) на НСКС от времени при различных исходных концентрациях цинка (рис. 3) показало, что наибольшая эффективность к сорбции исследуемых ионов цинка (II) сохраняется так же, как и у ионов хрома (VI) и свинца (II), и проявляется в первые 30 минут взаимодействия сорбента с раствором вследствие интенсивного заполнения пор бентонита ионами цинка.

На первом участке ступенчатой кинетической кривой при низкой концентрации (0,5 мг/дм³) сорбция ионов цинка (II) продолжается в течение первых 30 минут после начала взаимодействия. На втором участке в течение последующих 0,5-2 часов величина сорбции незначительно возрастает. Максимальная сорбция ионов цинка (II) происходит после 6-часового взаимодействия.

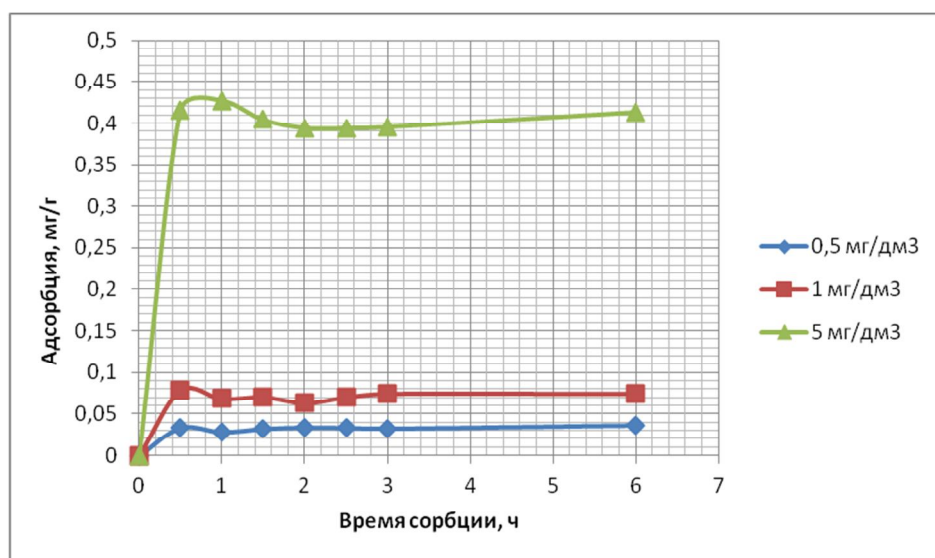


Рисунок 3 – Кинетические кривые сорбции ионов цинка (II) на НСКС

Кинетическая кривая, полученная при концентрации 1 мг/дм³, свидетельствует о достижении максимальной сорбции ионов цинка (II) к 30 минутам, последующее время перемешивания приводит к незначительному падению величины сорбции и становится нецелесообразным. При концентрации 5 мг/дм³ ионы цинка (II) сорбируются НСКС в первые 30 минут, максимальное значение сорбции отмечается после 1 часа, затем после 1,5-часового контактирования отмечается период относительного падения сорбции.

Кинетические кривые сорбции ионов цинка на НСКС свидетельствуют о ступенчатом характере сорбции: на первом участке сорбция ионов цинка (II) продолжается в течение первых 30 минут после начала контактирования фаз. На втором участке в области низких концентраций в течение последующего контактирования величина сорбции незначительно возрастает, максимальная сорбция ионов цинка (II) наступает после 6-часового взаимодействия. В области высоких концентраций максимальная сорбция ионов цинка (II) отмечается в течение первых 0,5-1 часа, дальнейшее перемешивание приводит к падению сорбции вследствие протекающих обратных процессов десорбции.

Таким образом, полученный новый НСКС обладает высокой сорбционной активностью по отношению к ионам хрома (VI), свинца (II) и цинка (II), при этом элементы по избирательности сорбции можно расположить в виде ряда $Cr > Pb > Zn$, что может быть связано с такими свойствами, как радиус и энтальпия гидратации ионов. Установлено, что НСКС отличается высокими кинетическими характеристиками; для достижения количественной сорбции ионов хрома (VI), свинца (II) и цинка (II) при температуре $(25 \pm 2) ^\circ C$ достаточно 30 минут.

Выполненный цикл исследований позволяет рекомендовать синтезированный НСКС на основе бентонитовой глины и отходов производства минеральной ваты для извлечения и концентрирования ионов тяжелых металлов из многокомпонентных растворов сточных вод машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий.

Список литературы

1. Bhattacharyya, K.G. Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review / K.G. Bhattacharyya, S.S. Gupta // Advances in Colloid and Interface Science. 2008. - № 140. - P. 114-131
2. Guixia Zhao, Xilin Wu, Xiaoli Tan, Xiangke Wang. Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions: A Review // The Open Colloid Science Journal. – 2011. – № 4. – P. 19–31.
3. Адрышев А.К. Экологические аспекты использования комплексных сорбентов в очистке сточных вод / А.К. Адрышев, Н.В. Серая, А.А. Хайруллина и др. // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы. – № 3 (45). – 2015. – С. 54-60.
4. Иннов. пат. РК № 29595. Способ получения фильтровально-сорбционного материала (19) KZ (13) A4(11) / Г.К. Даумова, А.К. Адрышев, А.А. Хайруллина, Ю.В. Лопухов; Опубл. 16.03.2015, бюл. № 3. - 4 с.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31956-2012. Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома. – М.: Стандартинформ, 2014. – 42 с.

Получено 16.08.2017

УДК 622.831

Д.Е. Акбанбетова, Н. Хуанган, Ж.Б. Рашид

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Рассмотрен вопрос устойчивости массива кровли горных пород при подземной разработке рудных залежей камерной или камерно-столбовой системами. Последующая отработка оставленных запасов путем выемки целиков из открытого выработанного пространства требует достоверной оценки состояния массива кровли для выбора способа управления его обрушением. Приведены методы оценки устойчивости. Показана целесообразность решения задачи устойчивости численными методами и анализ результатов их использования в условиях рудников Казахстана. С помощью специализированного пакета программ исследовано напряженное состояние кровли.

Камералық немесе камералы-бағаналы жүйе арқылы кен жатысын жерасты қазып алу кезінде тау-кен жыныстарының төбе сілемінің тұрақтылығы қарастырылған. Ашық игерілген кеңістіктен кентіректтерді қазып алу арқылы қалдырылған қорларды кейіннен өту төбе құлатудың басқару тәсілін таңдау арқылы сілемнің күйін айқын бағалауды талап етеді. Орнықтылықты бағалаудың әдістері көрсетілген. Сандық әдіспен тұрақтылықты есептеу шешімінің мақсатқа сәйкестігі және олардың нәтижелерінің талдауын Қазақстан кеніштері жағдайында қолдану көрсетілген. Арнайы бағдарлама пакетінің көмегімен төбенің кернеулі күйі зерттелген.

The paper describes the question about roof massif stability of rocks by underground mining of ore deposits in accordance with chamber or chamber-and-pillar systems. The subsequent working of the left resources by dredging of pillars from the open developed space, demands an adequate assessment of roof massif condition, to choose method for controlling of its caving. The methods of roof stability assessment are provided. In addition, the paper deals with the feasibility of the task solution of stability by numerical methods and the results analysis of their use in Kazakhstan mines conditions. The stressed condition of roof was solved by means of specialized program package.

Ключевые слова: устойчивость кровли, камерно-столбовая система, напряжение, междукамерный целик, моделирование, деформация.

Устойчивость состояния горного массива над пройденными выработками, выработанными пространствами определяется как способность сохранять свое функциональное назначение в ходе выполнения технологических процессов. На подземных рудниках при использовании технологии разработки с поэтажным обрушением устойчивое состояние массива над отработанными камерами или блоками является основным требованием (условием) безопасного ведения горных работ, исключающим неконтролируемое обрушение в зонах нахождения персонала. Особенно остро встает эта проблема при обеспечении безопасности в технологии разработки рудных тел камерно-столбовой системой с оставлением в панелях междукамерных и между панелями барьерных целиков.

Состояние горного массива, в том числе и кровли, обуславливается как его природными физико-механическими свойствами, так и воздействием внешних факторов: давление налегающей толщи пород, разгрузка в определенных зонах в результате технологического вмешательства, тектонические нарушения различного характера.

Обнаружение пустот в массиве и их линейных размеров, оценка на этой основе состояния устойчивости массива над отработанными пространствами является сложной задачей и может быть в некоторой степени решена тремя способами:

- инструментальными наблюдениями или измерениями прямых или косвенных признаков образования пустот и трещин (установка реперов для отслеживания сдвижения массива, зондирование через скважины, пробуренные в предполагаемых зонах, геофизические методы, основанные на определении разности электрических сопротивлений сред и т.д.);

- аналитическими методами, основанными на получении и решении замкнутой системы дифференциальных уравнений частных производных, описывающих связи внешних воздействий с реакцией массива – напряжения, деформации, сдвижения;

- численными методами имитационного моделирования, основанными на численном решении дифференциальных уравнений в частных производных, когда невозможно получить замкнутое аналитическое решение.

Численные методы позволяют моделировать реакцию массива на изменение воздействия нагрузок, оценивать его устойчивое состояние, исходя из известных критериев, и в определенной степени решать актуальную задачу исследования устойчивости массива.

Ясно, что наиболее точные оценки показателей состояния массива кровли можно получить инструментальными методами – измерениями трещиноватости, смещений и деформаций. Однако выполнить это не всегда возможно, не говоря уже об экономических затратах на инструментальные методы. Разработка теоретических методов в механике горных пород, численных методов решения дифференциальных уравнений, в том числе и в частных производных, специализированных пакетов прикладных программ на ПЭВМ позволили в определенной степени решать такие задачи.

Практикой повторной отработки потерь руды камерно-столбовой системой показано, что основой прогноза поведения массива при отработке барьерных целиков (произойдет или нет обрушение прочных пород основной кровли) являются расчетные методы.

Одним из методов является расчёт предельных сил, удерживающих в равновесии породы кровли [1], по нижеприведенной формуле 1:

$$P_{y0} = (p \cdot m \cdot c + 2 \cdot (\sigma_1 \cdot a + \sigma_2 \cdot b) \cdot m \cdot \operatorname{tg} \varphi) / S, \quad \tau, \quad (1)$$

где c – сцепление пород кровли, т/м²; φ – угол внутреннего трения, градусы; m – мощность пород кровли, м; a, b – размеры зоны обрушения в плане, м; p – периметр зоны обрушения, м; S – площадь выработанного пространства, м²; σ_1, σ_2 – горизонтальные компоненты природного поля напряжений, т/м².

Такой расчетный метод, предоставляющий одну величину – удерживающую силу, не показывает распределения напряжений и деформаций (смещений) в самом массиве кровли и в удерживающих опорных элементах. Для более полного исследования состояния всех элементов системы «кровля – опоры» необходимо знать напряжения и деформации в элементах.

Задачи определения напряженного состояния элемента горного массива частично могут быть решены с использованием языка, приемов и терминологии метода конечных элементов (МКЭ). Обычно решается плоская задача, в которой параметры напряженного состояния вычисляются в каком-либо, предположительно наиболее опасном, сечении [2].

Напряжения под воздействием внешних сил связаны с деформациями и физико-механическими свойствами среды следующими соотношениями:

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\varepsilon_x + \nu \cdot \varepsilon_y + 0 \cdot \gamma_{xy}), \quad (2)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (\nu \cdot \varepsilon_x + \varepsilon_y + 0 \cdot \gamma_{xy}), \quad (3)$$

$$\tau_{xy} = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot (0 \cdot \varepsilon_x + 0 \cdot \varepsilon_y + \frac{1-\nu}{2} \gamma_{xy}), \quad (4)$$

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad (6)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}, \quad (7)$$

где σ_x и σ_y – нормальные напряжения в направлении осей координат ОХ и ОУ соответственно, Мпа; γ_{xy} – касательное напряжение в плоскости ХОУ, Мпа; $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ – относительные деформации массива по осям ОХ и ОУ соответственно.

Как правило, применение при этом упругой модели среды есть первое приближение к механическому состоянию реальной среды, которое дает достаточные по точности результаты для анализа влияния различных факторов и принятия инженерных решений [3].

С применением МКЭ и использованием специализированного научного пакета программ MATLAB (матричная лаборатория) решалась задача определения безопасных размеров кровли при отработке камерным способом залежи на руднике «Западный Каражал» [4].

Рассматривается плоско-напряженное состояние массива под действием веса вышележащих пород γH в вертикальной плоскости по оси Y и объемной силы веса Q исследуемой части массива кровли, которая рассматривается как плита с однородными физико-механическими свойствами, имеющая конечные размеры. Нижняя часть массива над отработанным пространством принимается свободной, то есть не подвержена действию внешних сил. Напряжения, деформации и перемещения действуют преимущественно по направлению оси Y (перпендикулярно плоскости массива кровли) и незначительно по направлению оси X (вдоль линии пролета отработанного пространства). Принимается,

что напряжения и деформации в полуограниченной плоскости массива пород по направлению оси Z (перпендикулярно плоскости $ХОУ$) отсутствуют. Размеры массива по осям X и Y конечны и определяются условиями моделирования.

Численное решение дифференциального уравнения частных производных с граничными условиями выполнялось методом конечных элементов с использованием программ *Partial Differential Equation Toolbox* (специализированный пакет решения дифференциальных уравнений в частных производных) интегрированной среды MATLAB, который применяется для решения задач расчета напряженно-деформированного состояния различных упругих и упруго-пластичных сплошных сред.

При решении задач геомеханики с целью определения устойчивости, возможности превышения пределов прочности под действием нагрузок и обрушения в отработанное пространство массив горных пород рассматривается как упругая (упруго-пластичная) среда в форме плиты с известными физико-механическими свойствами.

Исходными данными при численном моделировании приняты:

- длина пролета между опорами массива пород кровли, L , м;
- мощность пород исследуемой части кровли, H , м;
- модуль упругости (модуль Юнга) пород, E , МПа;
- коэффициент Пуассона (коэффициент поперечных деформаций), ν ;
- предел прочности на растяжение, $\sigma_{рст}$, МПа;
- предел прочности на одноосное сжатие, $\sigma_{сж}$, МПа;
- объемная плотность, ρ , г/см³.

Физико-механические свойства пород определялись лабораторными испытаниями образцов горных пород, специально отобранных геологической службой шахты «Западный Каражал» и обработанных испытательным центром ТОО «Центргеоланалит». По результатам испытаний вмещающие породы характеризуются как «крепкие» и «очень крепкие» со следующими усредненными прочностными и деформационными параметрами [4]:

- коэффициент крепости от 14,3 до 18,2;
- предел прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$ от 103,8 до 152,9 МПа;
- предел прочности на растяжение $\sigma_{рст}$ от 10,6 до 14,2 МПа;
- объемная плотность ρ от 2,72 до 4,36 г/см³;
- модули упругости: Юнга E от $8,845 \cdot 10^4$ до $12,868 \cdot 10^4$ МПа;
- сдвига G от $3,615 \cdot 10^4$ до $6,55 \cdot 10^4$ МПа;
- объемного сжатия K от $4,812 \cdot 10^4$ до $7,612 \cdot 10^4$ МПа;
- коэффициент Пуассона ν от 0,18 до 0,20;
- коэффициент анизотропии от 1,04 до 1,06.

Численным моделированием определяются следующие параметры, характеризующие напряженно-деформированное состояние массива пород кровли под действием налегающей толщи пород висячего бока:

- смещения (сдвигения) в вертикальном и горизонтальном направлениях, м;
- относительные деформации в вертикальном и горизонтальном направлениях;
- напряжения в вертикальном и горизонтальном направлениях (сжимающие со знаком «-» и растягивающие со знаком «+»), МПа;
- главные напряжения (сжимающие со знаком «-» и растягивающие со знаком «+»), МПа и главные относительные деформации без определения направлений площадок, по которым действуют главные напряжения.

Расчетная схема кровли, опирающейся на межблочные целики, приведена на рис. 1.

Моделируется геомеханическое состояние устойчивости слоя породного массива в

кровле отработанного пространства после выемки камер, междуканальных целиков в пределах одного блока или в пределах ряда смежных блоков после выемки межблочных целиков.



Рисунок 1 - Условный вертикальный разрез для моделирования

Оценка возможности разрушения и последующего обрушения массива пород кровли над отработанным пространством выполнялась по критерию, основанному на механизме отрыва, обусловленному деформациями удлинения, т.е. преимущественным действием главных нормальных растягивающих напряжений. Согласно этому критерию теории прочности разрушение пород происходит при выполнении следующего соотношения:

$$\sigma_{\text{гл.рост}} \geq [\sigma_{\text{раст}}], \text{ МПа}, \quad (8)$$

где $\sigma_{\text{гл.рост}}$ — главные растягивающие напряжения в определенной точке или области массива, МПа; $[\sigma_{\text{раст}}]$ — предел прочности породы на растяжение в условиях лабораторных испытаний, МПа.

По результатам лабораторных испытаний образцов пород пределы прочности на растяжение составляют от 10,6 до 14,2 МПа. Принимая среднее значение 12,35 МПа по 4 образцам, можно прогнозировать возможное разрушение пород под действием главных растягивающих напряжений только в районах опор кровли в пределах 20-30 метров. На рис. 2 в качестве примера показаны распределения первых главных растягивающих напряжений в трех слоях массива кровли шириной 300 м.

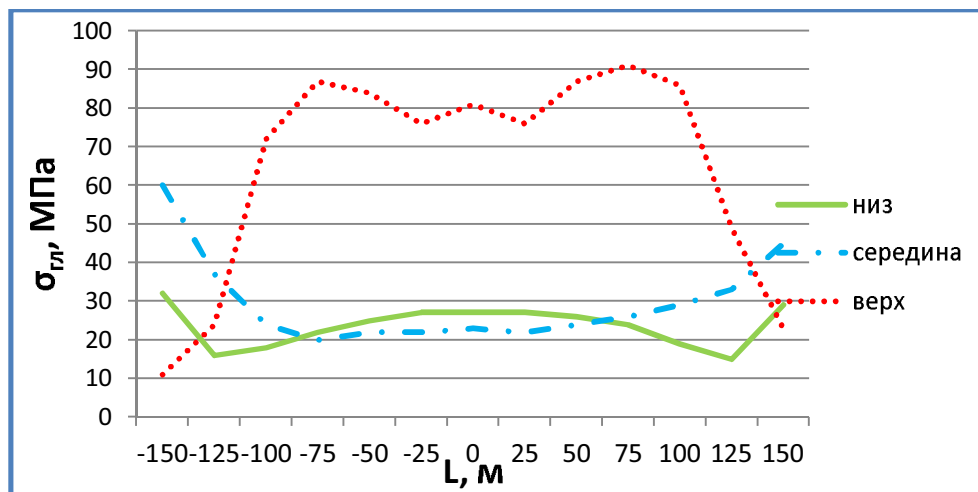


Рисунок 2 - Графики изменения первых главных напряжений в массиве кровли уравнений численным методом

При решении задачи средствами указанного пакета подобные графики могут быть построены для напряжений, перемещений, деформаций как самой кровли, так и опорных элементов. Анализ такой подробной информации дает возможность достаточно уверенно оценить устойчивость пород и принять обоснованное решение по способам безопасного управления кровлей.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Численные методы решения задач позволяют реализовать аналитические зависимости между нагрузками, напряжениями и деформациями для оценки состояния устойчивости горных конструкций при подземной отработке рудных залежей.

2. Для решения задач устойчивости горного массива при подземной разработке необходимо использовать методы, позволяющие получить возможно более полное распределение напряжений и деформаций в исследуемых элементах массива.

3. Многообразие результатов решения методом конечных элементов и использование специализированных пакетов программ дает возможность более детально исследовать напряженное состояние кровли и принять обоснованные меры для предупреждения неуправляемого обрушения.

Список литературы

1. Слесарев В.Д. Механика горных пород. - Углетехиздат, 1948.
2. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. - М.: Недра, 1987. – 221 с.
3. Ходжаев Р.Р. ANSYS бағдарламасын қолдана отырып тау-кен қазбасының айналасындағы сілемнің геомеханикалық жағдайын зерттеу / Р.Р. Ходжаев, Т.К. Исабек, В.Ф. Демин и др. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2014. - № 4. – С. 36-39.
4. Ходжаев Р.Р. Численное моделирование геомеханического состояния массива кровли выработки в условиях шахты «Западный Каражал» / Р.Р. Ходжаев, Р.И. Габайдуллин, Е.Н. Усачев // Актуальные проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера: III Междунар. науч.-практ. конф. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2013. – С. 175-178.

Получено 16.08.2017

УДК 553

Б.Б. Амралинова, Б.А. Дьячков

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НИКЕЛЕНОСНОСТИ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

В статье приведены теоретические позиции новой глобальной тектоники, рассматриваются геологические условия формирования, особенности вещественного состава и критерии прогнозирования месторождений никеленосных кор выветривания Восточного Казахстана. Приводится характеристика геологического строения и вещественного состава никеленосности руд Белогорского и Горностаевского типовых месторождений.

Мақалада жаңа глобалды тектониканың теориялық позициясы келтірілген, Шығыс Қазақстан кеніштерінің никельді мору қыртысының болжау критерийлері, заттық құрамының ерекшеліктері, қалыптасуының геологиялық жағдайлары қарастырылады. Белогор және Горностай типтік кенорындарының никельді кендерінің заттық құрамы мен геологиялық құрылымына сипаттама берілген.

We present geological characteristics, mineralogical composition and criteria for prospecting of deposits associated with nickel-bearing crust of weathering in Eastern Kazakhstan using modern concepts of

global tectonics. We describe geological and mineralogical characteristics of nickel-bearing ores for the two type deposits of Belogorsk and Gornostayev.

Геотектоническая позиция. На современном уровне геологических исследований с теоретических позиций мобилизма особое значение придается палеогеодинамическим реконструкциям области сочленения литосферных плит с континентальным или океаническим типом строения земной коры. В Восточном Казахстане примером является геологическая структура Большого Алтая, сформированная в герцинский цикл тектогенеза в процессе глобального взаимодействия Казахстанского и Сибирского континентальных массивов, разделявшихся в девоне - раннем карбоне Иртыш-Зайсанским палеобассейном [1]. Непосредственно сдвиг и сочленение указанных субконтинентов произошло в стадии коллизии (C_1 - C_3) Казахской и Горноалтайской континентальных окраин с образованием крупной тектонической зоны сжатия или Зайсанской сутурной зоны [2].

В современном виде эта структура представлена Чарской и Западно-Калбинской тектоническими зонами, ограниченными глубинными разломами. На северо-востоке по Теректинско-Улунгурскому глубинному разлому она граничит с Калба-Нарымским террейном, а на юго-западе от Жарма-Саурского террейна отделяется Байгузин-Булакским разломом. В ее осевой части прослеживается Чарско-Горностаевский офиолитовый пояс дугообразной формы, фиксирующий зону мантийного глубинного разлома (надвига) или сутурный тектонический шов. Формирование офиолитового пояса происходило в следующей последовательности.

В докембрийский цикл в условиях океанического рифтогенеза отторженцы древних палеоконтинентов, очевидно, были разбиты разломами, залечены гипербазами и базальт-толеитовыми вулканитами. Поэтому первичные ультрабазиты Чарского комплекса достаточно древние и относятся к гипербазитовой формации условно-докембрийского возраста [1]. Имеются также данные абсолютного возраста о более молодом ордовикском возрасте офиолитов [3]. Первичное оруденение (Cr, Ni, Co, Cu) представлено мелкими месторождениями и рудопроявлениями (Андреевское, Суук-Булак и др.). Они фиксируются будинированными блоками и линзами хромитов (размером до $8 \times 4 \times 5$ м) и вкрапленными рудами, развитыми в серпентинитовом меланже. На рудных объектах преобладают низкосортные руды ($Cr_2O_3 < 40\%$), которые еще слабо изучены.

Каледонские образования (спилит-диабазовые, кремнисто-яшмовые, известняки и др.) фиксируются в виде фрагментов, блоков и покровных пластин в протрузивном серпентинитовом меланже. В связи с перекрытостью каледонского этажа герцинскими структурами, рудные объекты здесь пока неизвестны.

Чарско-Горностаевский офиолитовый пояс формируется в герцинский цикл в коллизионной геодинамической обстановке и представляет собой сложный ансамбль олисто Stromовых блоков, пластин и чешуй. Это крупная тектоническая структура сложной конфигурации прослеживается в длину более чем на 1000 км от Кулундинской впадины (на северо-западе) до оз. Зайсан (на юго-востоке) и далее продолжается в Китай.

Оруденение коллизионной стадии (C_1 - C_3) характеризуется золото-лиственитовой формацией, представленной мелкими месторождениями и рудопроявлениями золотокиноварной минерализации [4]. Пространственно они контролируются разрывными нарушениями и фиксируются в зонах брекчирования серпентинитов порфиритов, превращенных в листвениты и метасоматические кварциты (бирбириты). На ряде объектов золото-ртутное оруденение проявлено в метасоматически измененных известняках аркалыкской свиты (C_{1V2-3}) и кварц-карбонатных жилах. По формационной принадлежности известные объекты (Кызыл-Чар, Веро-Чар и др.) относятся к золото-ртутной и кварц-

карбонатной формации. Рудообразующей представляется гипербазитовая формация (PR), подверженная метаморфогенно-гидротермальным преобразованиям в стадию герцинской коллизии с наложением оруденения на листвениты, бирбириты, кварциты и порфириды. К рудным минералам относятся киноварь, пирит, гематит, антимонит, золото, нерудные – кварц и карбонат.

В позднегерцинскую постколлизийную стадию (P_1-T_1), в связи со сбросо-сдвиговыми формациями, активно проявленными в структурах Центральной Азии (А.Г. Владимиров и др., 2008), произошло смещение Чарско-Горностаевского офиолитового пояса по Знаменскому субширотному глубинному разлому с амплитудой 25-30 км (левый сдвиг) и разделение его на две ветви – Горностаевскую (меридиональную) и Чарскую (северо-западную).

Раннекиммерийский этап характеризуется проявлением плюмтектоники в виде вспышки локального щелочного магматизма (трахибазальт-трахириолитовая вулканоплутоническая ассоциация, семейтауский комплекс T_1), а в позднекиммерийское время в условиях континентального рифтогенеза образовались месторождения кор выветривания различных типов Ni-Co, Ti-Zr, Au (Белогорское, Горностаевское, Караоткель, Жанан и др.) [5, 6, 4].

Главные структуры мезозоя. В Восточно-Казахстанском регионе значительная часть территории с поверхности или под маломощным чехлом рыхлых отложений занята образованиями кор выветривания мезозойского и кайнозойского циклов гипергенеза, которые получили наибольшее развитие в Присемипалатинском Прииртышье и Зайсанской впадине. Палеозойские коры выветривания размыты и практически не сохранились. Анализ обширного геологического материала показывает, что Зайсанский и Семипалатинский прогибы сформировались на границе Казахской и Сибирской литосферных плит, на флангах Зайсанской сутурной зоны и являются краевыми частями крупных седиментных бассейнов – Джунгарского (на юго-востоке) и Западно-Сибирского (на северо-западе). На современной поверхности они разделяются сводовой перемычкой палеозойского возраста.

Главные структуры мезозоя и кайнозоя Центральной Азии связаны с деструкцией единого Евразийского континента, охватившей киммерийский (мезозойский) и кайнозойский (позднеальпийский неотектонический) циклы. Развитие внутриконтинентального рифтогенеза происходило в перикратонный тафрогенный этап (T-J, 100 Мл) при горизонтальном расползании верхней коры по Е.Е. Милановскому (1983 г.). В этот период произошло заложение рифтоподобных впадин (Зайсанской, Алакольской, Илийской и других) по юго-восточной периферии Казахского щита.

В Семипалатинском прогибе на подстилающих образованиях палеозоя образовались преимущественно молассовые лимнические угленосные формации (T_1-J) с общей мощностью осадков до 900-1100 м. Зайсанский прогиб, ограниченный северо-западными, широтными и северо-восточными разломами, характеризуется накоплением молассовых лимнических отложений T_1-J_2 с общей мощностью 1770-2260 м. В незначительном объеме проявлены вулканоплутонические образования (аналоги семейтауского комплекса) и траппы андезитовых порфиридов.

Синеклизный этап (K-E₂, 106 Мл) на всей территории ознаменовался ослаблением рифтогенеза, перерывами в осадконакоплении, формированием региональных поверхностей выравнивания и месторождений остаточных кор выветривания: золота (Суздальское, Жанан, Кемпир и др.), никеля и кобальта (Горностаевское, Белогорское и др.), титана и циркония (Караоткель, Сатпаевское, Жулдыз).

Типовые месторождения. Чарская ветвь офиолитового пояса объединяет линзовидные и дайкообразные тела серпентинизированных гипербазитов, лиственитов, бирбиритов и габбриодов с площадью отдельных массивов до первых км². Наиболее крупный раздвиг гипербазитов отмечается в полосе ст. Шар-пос. Перятинка и контролируется Белогорским

широтным разломом. Именно здесь образовались наиболее значительные в регионе никель-кобальтовые коры выветривания.

Изучение кор выветривания нонтронитового профиля началось после установления в 1959 г. никеленосности ультрабазитов Чарско-Горностаевского пояса. Большой вклад в эти исследования внесли Е.Г. Новиков, А.Г. Гокоев, И.К. Синдин, А.Я. Ипатов, Н.В. Суспицын и другие геологи. По данным указанных авторов, среди гипербазитов выделяются дуниты, пироксениты, гарцбургиты и лерцолиты чарского комплекса, которые в результате метаморфизма превращены в серпентинитовые породы (талък-карбонат-серпентинитовые и хризотил-антигоритовые). Лиственитизированные их разности обогащены Ni (0,24%), Co (0,072%), характеризуются повышенными содержаниями Cr, Cu, Zn, Mn, As. Ученные запасы никеля и кобальта определены на Белогорском и Горностаевском месторождениях.

На основе выполненных исследований с использованием электронной микроскопии получена новая информация о составе и характере распределения химических элементов и уточнена геохимическая специализация различных типов кор выветривания Белогорского месторождения, что может иметь прогнозно-поисковое значение. Выявленные повышенные значения золота, серебра и сурьмы свидетельствуют о потенциальной золотеносности изучаемых никеленосных кор выветривания и повышают перспективность месторождения с возможной отработкой здесь комплексных руд (Ni, Co, Au) [7]. По результатам геологоразведочных работ Н.В. Суспицыным подсчитаны запасы месторождения, которые определяются как средние. Нами предполагается увеличение ресурсов за счет доизучения закрытой части территории и скрытых тел серпентинитовых гипербазитов, выделяемых по геолого-геофизическим данным.

Горностаевское месторождение силикатных кобальт-никелевых руд расположено на северо-западном фланге Чарско-Горностаевского офиолитового пояса в пределах его Горностаевской ветви. Последняя, по геолого-геофизическим данным, прослеживается в северо-западном и меридиональном направлении более чем на 200 км (при ширине 1-1,5 км), при этом глубина распространения гипербазитов достигает 1,7-2 км.

Большая часть массивов представлена серпентинизированными ультрабазитами и серпентинитами, среди которых выделяются антигоритовые, хризотил-антигоритовые, серпентинит-хризотил-антигоритовые и другие разности (Н.В. Суспицын, 1965 г.; Ю.П. Попович, 1968 г.). На месторождении по вещественному составу преобладают апогарцбургитовые серпентиниты, в которых характерны элементы-примеси – Cr, Pb, Zn, Ti, Sc. Это месторождение рекой Иртыш разделяется на две части – Правобережную и Левобережную.

В Правобережной части зона продуктивной коры выветривания прослежена на 8 км (К.С. Ахетов и др., 1968 г.). Площадная кора выветривания здесь развита на контакте серпентинитов и известняков аркалыкской свиты (средняя мощность 10-15 м). Верхняя зона охр фиксируется только отдельными фрагментарными выходами. Основные запасы никеля и кобальта сосредоточены в нонтронитовой зоне, которая развита по редкой сети (200-400×1600 м) до глубины 150 м. Всего выделено 4 рудных тела длиной 500-2200 м, мощностью 5-17, прослеженные по падению на 100-300 м. Среднее содержание Ni - от 0,52 до 0,80%, Co - от 0,04 до 0,48%.

Левобережная часть наиболее изучена и перспективна на выявление промышленного оруденения. В результате проведенных поисковых и поисково-оценочных работ Горностаевской ГРП (при участии Алтайской геофизической экспедиции) в 1960-1968 гг. здесь в зоне выщелоченных серпентинитов выделены рудные тела пластообразной формы. Размеры от нескольких сот метров до первых километров при мощности до 15 метров. Содержание Ni - 0,7-2,3%, Co - 0,05-0,37%. Общие запасы никеля Горностаевского месторождения

могут быть увеличены за счет доразведки его Правобережной части, поиска новых объектов на закрытой территории по благоприятным геолого-геофизическим признакам.

Технологические исследования руд проводились на Павлодарском тракторном заводе и в институте «ГИПРОНИКЕЛЬ», результаты работ положительные. Основная масса никеля и кобальта связана с нонтронитом, гидроокислами железа и марганцевыми образованиями, а наиболее рациональной схемой переработки силикатных кобальт-никелевых руд является электроплавка на ферроникель (с извлечением Ni более 90%, Co-35%). Рациональные методы переработки никелевых руд приводятся в работах [8, 9].

Таким образом, на основании обобщения и анализа материалов прошлых лет и новых результатов уточнены особенности геологического строения и металлогении никеленосных структур Восточного Казахстана. Критерии прогнозирования месторождений никеленосных кор выветривания в региональном плане определяются их пространственной приуроченностью к коллизионной зоне столкновения литосферных плит, что сопровождалось активизацией системы корово-мантийных разломов, развитием надвигово-меланжевых структур и формированием Чарско-Горностаевского офиолитового пояса с первичными рудами Cr, Ni, Co, Cu, связанными с мантийными источниками [10]. В результате герцинской коллизии протрузии гипербазитов подверглись будинированию и гидротермально-метасоматическим изменениям (серпентинизации, лиственитизации и окварцеванию), по которым в киммерийский цикл в условиях континентального рифтогенеза образовались Co-Ni коры выветривания. Определена рудоконтролирующая роль Белогорского широтного разлома в формировании и размещении Чарской группы Ni-Co и золото-ртутных месторождений. По данным электронной микроскопии намечена минералогеохимическая специализация различных типов кор выветривания с повышенной золотосодержимостью, что имеет прогнозно-поисковое значение. Следует отметить работы зарубежных ученых по фракционированию изотопов никеля в никеленосных корах выветривания. По их данным было установлено, что изотопы никеля фиксируют изменения на разных этапах биогеохимического цикла выветривания. Дальнейшее изучение с использованием силикатных кобальт-никелевых руд месторождений и рудопроявлений в Казахстане приведет к лучшему пониманию процессов, ведущих к накоплению никеля в промышленных концентрациях.

Известные месторождения и рудопроявления силикатных кобальт-никелевых руд (Горностаевское, Белогорское, Северное, Букорское и др.) изучены в основном на небольшую глубину. В связи с тем, что в ближайшие годы предполагается строительство завода по переработке никеленосных руд в корах выветривания, важнейшая задача заключается в оценке перспективных площадей и участков под чехлом рыхлых отложений, выделяемых по геолого-геофизическим данным. В целях укрепления минерально-сырьевой базы изучаемого региона (на Ni, Co, Au, Hg и другие элементы) целесообразно продолжить проведение научно-исследовательских и прогнозно-поисковых работ в Чарско-Горностаевском поясе на современном научно-техническом уровне, с широким применением геофизических и геохимических методов и постановкой глубинного геологического картирования.

Список литературы

1. Большой Алтай (геология и металлогения). – Алматы: Ғылым, 1998. - Кн. 1-2.
2. Dyachkov B.A., Mizernaya M.A., Mayorova N.P. et al. Geotectonic position and metallogeny of the Great Altai structures in the system of the Central – Asian Mobile Belt // New-Frontiers in Tectonic Research. General Problems, Sedimentary Basins and Island Arcs. Tech., 2011. - Croatia. - P. 73-92.

3. Ермолов П.В. Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана. – Караганда: Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского ун-та, 2013. – 206 с.
4. Дьячков Б.А. Типы золоторудных месторождений Восточного Казахстана / Б.А. Дьячков, О.Н. Кузьмина, Н.А. Зимановская и др. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2015. – 204 с.
5. Киселев А.Л. Золотоносные коры выветривания Казахстана. – Алматы, 2000. – 113 с.
6. Мысник А.М. Типы кор выветривания Восточного Казахстана: возрастные рубежи формирования, типы, полезные ископаемые / А.М. Мысник, О.И. Бочкова, М.М. Кравченко // Геология и охрана недр. – 2003. – № 4. – С. 30-37.
7. Marsh, E.E. and Anderson, E.D., 2011. Ni-Co laterite deposits: U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1259, 9 p.
8. Резниченко А.В. Перспективы переработки окисленных никелевых руд Казахстана / А.В. Резниченко, Н.В. Сизикова, А.Ю. Назаренко и др. / Научные исследования в горно-металлургическом производстве: Сб. науч. тр. - Усть-Каменогорск: ВНИИцветмет, 2012. – С. 72-74.
9. Quast, K., Connor, J. N., Skinner, W., Robinson, D.J., Addai-Mensah, J., 2015. Preconcentration strategies in the processing of nickel laterite ores. Part 1: Literature review. Minerals Engineering 79, 261-268.
10. Safonova I.Y., Santosh M., 2014. Accretionary complexes in Asia-Pacific region: tracing archives of ocean plate stratigraphy and tracking mantle plumes. Gondwana Research 25, 126-158.
11. Коробейников А.Ф. Научные основы прогнозно-минерогенических и поисковых исследований на благороднометалльное оруденение // Изд-во Том. политехн. ун-та, 2011. – Т. 318. – № 1. – С. 14-22.

Получено 18.09.2017

УДК 504.054 (574)

Ш.Ж. Арынова

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

Б.Х. Шаймарданова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Н.П. Корогод, Г.Е. Асылбекова

Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА ПО НАКОПЛЕНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В работе исследован химический состав солевых отложений из природных пресных вод, листьев тополя черного и волос человека с помощью инструментального нейтронно-активационного метода за период 2005-2016 гг. Изученные 28 химических элементов распределены по территории г. Павлодара неоднородно. Геохимически специфичным элементом для всех объектов исследования является цинк. Выявлена положительная корреляционная связь элементного состава солевых отложений из природных пресных вод и волос человека.

Жұмыста 2005-2016 жылдар кезеңінде табиғи тұщы судың тұзды шөгінділерінің химиялық құрамы қаратерек жапырағы мен адам шашын аспаптық нейтронды-активтендіру әдісімен зерттелді. Зерттелген 28 химиялық элемент Павлодар қаласының аумағына әртүрлі таралды. Зерттеудің барлық объектілері үшін геохимиялық ерекше элемент мырыш болып табылады. Табиғи тұщы судың тұзды шөгінділері және адам шашының негізгі құрамының арасында корреляциялық байланыс байқалады.

In this study, the chemical composition of solvents from solids in the spring water, the topsoil of the black and white hair with instrumental neutron-activation method for the period 2005-2016. The studied

28 chemical elements are distributed throughout the city of Pavlodar heterogeneously. A geochemically specific element for all objects of research is zinc. A positive correlation was found between the elemental composition of salt deposits from natural fresh water and human hair.

Ключевые слова: г. Павлодар, солевые отложения из природных пресных вод, волосы, листья, химический состав.

Постановка проблемы. Промышленные предприятия, в зависимости от их мощности и характера производства, могут влиять на изменение геохимических особенностей территорий, как на локальном уровне, так и в региональном и глобальном масштабах [1]. В результате производственной деятельности человека в окружающей среде появляются отдельные регионы, характеризующиеся избыточным содержанием химических элементов, таким образом формируются техногенные геохимические провинции [2, 3]. Изучение геосистем, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию, выявляет существенный прирост содержания металлов в различных средах, причем на первое место выступают элементы с низкими кларками [4]. Возникает резкая их неоднородность, когда на достаточно небольших площадях сменяют друг друга техногенные микропровинции [5]. Антропогенная трансформация природной среды, в т.ч. ее химическое загрязнение, неизбежно ведет к деформации этих обменных процессов, прежде всего за счет избирательного накопления химических элементов отдельными компонентами экосистем и изменения их продуктивности [6]. Поступление высоких концентраций химических веществ в окружающую среду отражается на элементном составе питьевой воды, растительности и биосубстратах человека [7, 8]. Известно, что индикаторной средой при оценке качества вод, используемых для питьевого водоснабжения, является накипь [9-11].

Г. Павлодар представляет собой конгломерат разнопрофильных производств, которые влияют на его эколого-геохимическое состояние. Главными отраслями производства являются машиностроение и металлообработка (алюминиевый и электролизный заводы), химическая промышленность (нефтехимический завод), крупное производство стройматериалов (кирпичный завод) [12].

В работе проведена комплексная оценка экологической ситуации на территории г. Павлодара на основе сравнительного изучения химического состава солевых отложений из природных пресных вод, листьев тополя и волос человека.

Материалы и методы исследований. Территория г. Павлодара была разделена на 6 условных участков (1 - северо-западный, 2 - северо-восточный, 3 - западный, 4 - восточный, 5 - юго-западный, 6 - юго-восточный). Определенные нами точки пробоотбора (всего 183 пробы) создавали площадную сеть наблюдения (рис. 1).

Пробоотбор листьев тополя черного (*Populus nigra* L. – 55 проб) проводили по стандартной методике. При помощи ножа срезали 10-15 листьев с разной стороны дерева, укладывали в полиэтиленовую пленку и прикладывали этикетку (дата, место сбора, вид дерева). Солевые отложения из природных пресных вод (28 проб) отбирали согласно патенту № 2298212 «Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды» [13]. Накипь отобрана постукиванием ножа по стенке эмалированных чайников, которая впоследствии была высушена при комнатной температуре и истерта до состояния порошка. Отбор проб волос (100 проб) осуществляли согласно стандартной методике, рекомендованной МАГАТЭ. Отобранные волосы с 5 точек головы отмывали с помощью дистиллированной воды и ацетона. Химический состав листьев, накипи и волос был определен инструментальным нейтронно-активационным методом (ИНАА) с облучением тепловыми нейтронами. Облучение проводили на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического

университета (аналитик - с.н.с. А.Ф. Судыко). Перед определением химического состава листья были озолены в муфельной печи, волосы измельчены при помощи ножниц из нержавеющей стали, накипь истерта в агатовой ступке, каждый из объектов исследования упакован в алюминиевую фольгу по 100 мг.

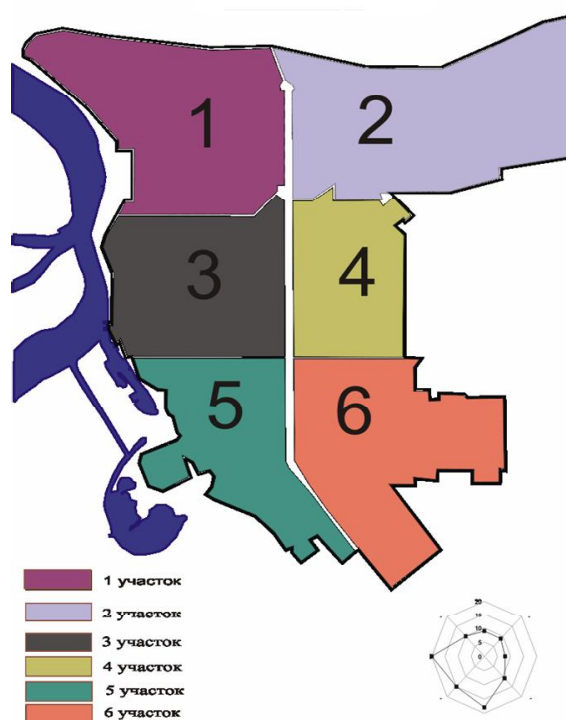


Рисунок 1 - Схема расположения участков на территории г. Павлодара

Использование метода ИНАА позволило определить 28 химических элементов, а именно натрий, кальций, железо, скандий, хром, цинк, кобальт, рубидий, стронций, серебро, золото, сурьму, бром, барий, лантан, неодимий, церий, лютеций, гафний, цезий, самарий, европий, тербий, иттербий, тантал, мышьяк, торий, уран. Для обработки аналитической информации использовали следующие прикладные программы: MSWord, MSExcel, Statistica 10.0.

Результаты исследований и обсуждение. Характер распределения химических элементов в солевых отложениях из природных пресных вод, в листьях и волосах на изученной территории имеет достаточно неоднородный характер. Изученные химические элементы дифференцируются, что указывает на наличие аномальных значений. На основе коэффициента концентрации (КК) химических элементов в изучаемых объектах были построены геохимические ряды (см. табл.). КК определяли отношением фактического содержания определяемого элемента в объектах окружающей среды к региональному фоновому значению. КК рассчитывали по формуле: $KK = C_i / C_{\text{ф}}$. Для солевых отложений из природных пресных вод КК рассчитывали относительно среднего содержания химических элементов в накипи воды озера Байкал [14]. Для листьев тополя черного и волос населения г. Павлодара КК рассчитывался относительно кларка ноосферы по Глазовским (1982 г.). Характер накопления химических элементов в исследованных средах отражен в трех выделенных нами группах со значением КК от 1 до 5, от 5 до 10 и выше 10 (см. табл.).

Геохимическая специфика состава накипи, листьев и волос по г. Павлодару

Объект	1-5	5-10	>10
Участки г. Павлодара			
1 участок (северо-запад)			
Накипь	Sb _{2,8} Ba _{2,6} La _{1,9} Sr _{1,6} Sc _{1,5}	Ag _{7,04}	Zn _{21,1} U _{15,4}
Листья	Ba _{6,3} Sb _{2,8} Cr ₁	Ca _{8,3}	Au ₄₆ Zn ₂₄ Sr ₂₁
Волосы	Zn _{4,1} Se _{2,4} Hg _{2,4}	-	Rb _{69,8}
2 участок (северо-восточный)			
Накипь	Ba _{2,6} La _{1,6} Sr _{1,5} Co _{1,2} Ta _{1,1}	Ag _{5,7}	Zn _{30,5} U _{12,7}
Листья	Sb _{3,2} Cr _{1,4}	Ca _{8,5} Ba _{6,3}	Au ₅₆ Sr ₂₅ Zn ₂₁
Волосы	Se _{2,9} Hg _{1,6}	Zn _{6,0}	Rb _{62,9}
3 участок (западный)			
Накипь	Ag _{4,9} Sr _{2,1} Sc _{1,6} Sm _{1,4} Tb _{1,3} Lu _{1,1} Ba _{1,1}	U _{6,4}	Zn _{24,1} Ta _{8,2}
Листья	Sb _{3,2} Cr _{2,6}	Ba _{5,3}	Au ₆₀ Zn ₂₅ Sr ₁₆ Ca _{9,3}
Волосы	Zn _{4,2} Se _{2,8} Hg _{2,8}	-	Rb _{71,4}
4 участок (восточный)			
Накипь	U _{4,9} Co _{3,8} Tb _{3,7} Sm _{3,6} La _{2,02} Ce _{1,8} Hf _{1,7} Lu _{1,2} Th _{1,2} Ba _{1,2}	Sb ₁₀ Sc _{6,7} Ag _{6,02}	Zn _{138,2} Ta _{36,6} Fe _{18,3}
Листья	Sb ₃ Cr ₂	Ca _{8,7} Ba ₆	Au ₅₄ Zn ₂₃ Sr ₂₁
Волосы	Zn _{4,9} Se _{3,1} Hg _{1,1}	-	Rb _{60,6}
5 участок (юго-западный)			
Накипь	Sc _{3,4} Fe _{2,5} Ta _{2,3} Ba _{1,1} La _{1,1}	U _{5,6}	Zn _{314,02} Ag _{22,4}
Листья	Sb _{4,2} Cr _{2,5}	Ca ₁₀ Ba _{6,7}	Au ₆₄ Sr ₃₁ Zn ₂₈
Волосы	Zn _{3,7} Hg _{2,6} Se _{2,4}	-	Rb _{74,1}
6 участок (юго-восточный)			
Накипь	Ba _{2,7} La _{2,2} Sr _{2,1} Co _{1,5} Nd _{1,5}	Ag ₆	Zn _{47,5} U _{14,9}
Листья	Sb _{3,1} Cr _{1,8}	Ca _{9,9} Ba _{6,4}	Au ₇₆ Zn ₂₇ Sr ₂₆
Волосы	Zn _{3,5} Se _{2,9} Hg _{1,2}	-	Rb _{60,0}

Нами обнаружено, что геохимически специфичным элементом для всех изученных природных сред (солевых отложений из природных пресных вод, листьев тополя черного и волос), имеющим КК больше 1, является цинк. При сравнении содержания цинка в трех исследованных средах наибольшее накопление его установлено в накипи питьевой природной воды (КК 21,1-314,0). В листьях тополя черного (КК 21,0-28,0) и в волосах человека (КК 3,5-6,0) уровень концентрации цинка ниже, но также превышает фоновые значения.

Определен район, отличающийся наибольшим количеством химических элементов (16) в накипи, листьях тополя и волосах человека – восточный участок. Район с наименьшим содержанием химических элементов в трех изученных средах (14) – северо-западный. Наибольшее количество аномально встречающихся элементов из трех исследованных сред приходится на солевые отложения в питьевых водах, т.е. на начальном этапе в пищевой цепи на территории городской экосистемы.

Примечательным является то, что для накипи установлен высокий КК - серебра (5,7-7,04), а для листьев тополя – золота (46,0-76,0). В восточном участке в содержании накипи отмечается наибольшее количество редкоземельных элементов (лантан, церий, самарий, тербий), что может быть обусловлено расположением в относительной близости к кирпичному заводу.

Следует обратить внимание на высокий показатель КК урана в накипи и небольшое его количество в волосах людей, проживающих на территории г. Павлодара, где отсут-

ствуют предприятия ядерного цикла. Однако по данным специалистов АО «Волковгеология», территория города входит в условно выделенную зону Ертис-Кулундинская, которая потенциально радиоэкологически опасна по данным изучения донных отложений и водных источников [15].

В целом наблюдается специфика значительного накопления элементов в определенных природных средах. Например, только в накипи отмечены редкоземельные элементы (лантан, церий, самарий, тербий) и уран, в листьях – кальций и золото (КК 46,0-60,0), в волосах – рубидий (КК 60,6-74,1).

Пространственное распределение химических элементов в солевых отложениях из природных пресных вод позволяет выделить экологически неблагоприятные районы на городской территории. По количеству аномально встречающихся химических элементов, содержащихся в солевых отложениях из природных пресных вод, выявлено: на первом месте - восточный участок, на втором – северо-западный, на третьем – юго-восточный. Количество химических элементов, содержащихся в листьях тополя черного и волосах человека, по участкам г. Павлодара существенных различий не имеет.

Исследования по изучению взаимосвязи элементного состава организма человека и компонентов окружающей среды показывают, что химический состав волос (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, Br, Ag, Sb, La, Ce, Sm, Yb, Lu, Th, U, Hf, Au, Ba, Cs, Tb) коррелирует с таковым в солевых отложениях из природных пресных вод ($r_{0,05} = 0,95$) (рис. 2).

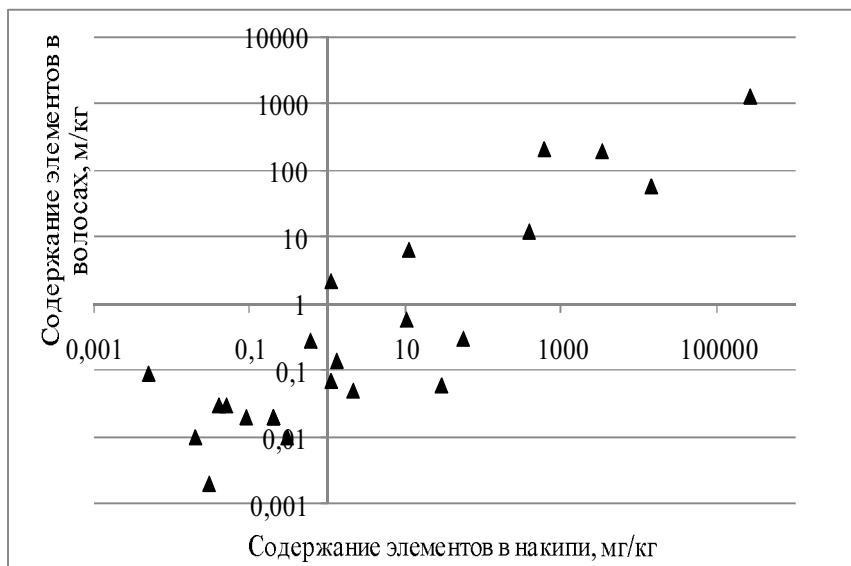


Рисунок 2 - Взаимосвязь содержания химических элементов в накипи из природных пресных вод и волосах человека

Проведенный корреляционный анализ указывает на значение качественного питьевого водоснабжения в целом на организм человека.

В заключение можно сказать следующее. Повышенная концентрация химических элементов (цинк, рубидий, тантал, золото, стронций, кальций, уран, железо, серебро, барий) в природных средах экосистемы г. Павлодара свидетельствует об устойчивой техногенной нагрузке и неблагоприятной экологической ситуации. Наибольшее накопление химических элементов (цинк, рубидий, стронций и др.) установлено в восточной и северо-

западной частях города, что, по-видимому, связано с близостью к промышленным зонам алюминиевого и химического заводов.

Список литературы

1. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). – Новосибирск: СО РАМН, 2002. – 230 с.
2. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: Наука, 1985. – С. 7-20.
3. Саэт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Олигер Т.А. Применение эколого-геохимического картографирования в области гигиены окружающей среды / Т.А. Олигер, В.С. Юрьев, А.И. Олигер // Гигиена и санитария. – 1994. – № 1. – С. 23-25.
5. Ермохин Ю.И. Комплексная оценка поступления и действия ТМ в системе «почва – растение – животное» / Ю.И. Ермохин, А.В. Синдирева, Н.К. Трубина и др. // Доклады III Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». – Семипалатинск, 2004. – С. 44-49.
6. Безель В.С. Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспекты. – Екатеринбург: Изд. Голицынский, 2006. – 280 с.
7. Асылбекова Г.Е. Показатели состояния городской растительности в оценке качества экосистемы г. Павлодара / Г.Е. Асылбекова, Б.Х. Шаймарданова, Н.П. Корогод и др. // V Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» (15, 18 окт. 2008 г.): доклады. – Семей, 2008. – С. 161-167.
8. Шаймарданова Б.Х. Особенности накопления тяжелых металлов в волосах у детей / Б.Х. Шаймарданова, Н.П. Корогод, А.Б. Бигалиев и др. // Вестник Новосибирского гос. ун-та. – Сер.: Биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 105-109.
9. Soktoev B. R. Geochemical features of limescale as an indicator of drinking water quality and factor of influence on public health / B. R. Soktoev, L. P. Rikhvanov, N. V. Baranovskaya, S. Z. Araynova // MedGeo2015: Book of Abstracts of the 6th International Conference on Medical Geology. – Aveiro: UA Editora, 2015. – P. 108.
10. Язиков Е.Г. Использование солевых образований (накипи) для целей геохимического районирования территорий / Е.Г. Язиков, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: Матер. Междунар. науч. конф., посвящ. столетию со дня рождения акад. К.И. Лукашева. – Минск, 2007. – С. 252-254.
11. Робертус Ю.В. Особенности химического состава солевых отложений подземных питьевых вод Республики Алтай / Ю.В. Робертус, Л.П. Рихванов, Б.Р. Соктоев // Известия Томского политехнического ун-та. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 190-195.
12. Охрана окружающей среды в Павлодарской области. Статистический сборник / Под ред. Д.Ш. Султановой. – Павлодар: Мега-Принт, 2014. – 76 с.
13. Патент РФ № 2298212. Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды; заявл. 04.07.2005; опубл. 27.04.2007; Бюл. № 12. – 6 с.
14. Соктоев Б.Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.09. – Томск, 2015. – 22 с.
15. Отчет по мероприятию «Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан» в рамках бюджетной программы 011 «Обеспечение радиационной безопасности» (результаты работ за период 2004-2008 гг.): в 16 т. – Алматы, 2008. – Том XV: Павлодарская область. – 75 с.

Получено 21.09.2017

УДК 911.2:556.51

К.М. Джаналеева, А.А. Жангужина

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ

Организация хозяйственно-производственной деятельности в бассейне реки Есиль требует наличия схемы ландшафтной структуры территории на уровне ландшафтов и урочищ. В данной статье авторами изучена природно-ландшафтная дифференциация территории бассейна р. Есиль, выполненная на уровне ландшафтов. Одним из важнейших направлений ландшафтно-экологических исследований в физической географии является выявление пространственно-временной организации геосистем, позволяющей картографически отобразить дифференциацию и динамику геосистем. Ландшафтное картографирование бассейна реки является одной из фундаментальных задач, решаемых на основе исследований и обобщения физико-географической информации о природной дифференциации разных иерархических уровней, выявления разнообразия и структурно-динамических свойств геосистем, представляющих организацию географического пространства. Образование и функционирование речного водосборного бассейна обусловлено взаимодействием эндогенных и экзогенных факторов. Территориально любой бассейн развивается в границах, обусловленных рядом факторов (свойствами геологического фундамента, в котором образуются русловые трещины, соседством других бассейнов, тектоническими условиями и т.п.). Бассейн представляет собой интегральную природно-хозяйственную геосистему, так как он является ареной взаимодействия природы и общества, где взаимосвязаны природные, экономические и социально-демографические процессы, поэтому при решении задач территориального планирования рационально использовать принципы геосистемно-бассейновой концепции.

Бассейновый подход к изучению геоэкологической ситуации региона в настоящее время считается наиболее оправданным и комплексным, так как по бассейновым системам от верхних ее звеньев к нижним идет миграция стока воды, взвешенных наносов, химических элементов, в т.ч. загрязнителей. Анализ теоретических концепций ландшафтоведения последних 20-30 лет позволяет утверждать о состоявшемся геосистемно-бассейновом подходе к изучению ландшафтов бассейнов рек. Данный подход в изучении геосистем отражает как современное состояние природной среды и ее динамику, так и процессы эволюции во времени. По К.М. Джаналеевой геосистема - природно-антропогенное образование, выявляемое с учетом взаимодействия доминирующих природных компонентов и факторов биогенного и техногенного преобразования окружающей среды [1].

Таким образом, в современных условиях геосистемно-бассейновый подход выполняет незаменимую и все возрастающую роль при изучении и предотвращении антропогенного загрязнения окружающей среды.

При выявлении и картировании ландшафтов бассейна использовались материалы А.Г. Исаченко [2], В.Б. Сочавы [3], Н.А. Солнцева [4], В.А. Николаева [5], Г.В. Гельдыевой [6], И.А. Волкова [7], К.М. Джаналеевой [8]. Ландшафтные исследования на территории бассейна р. Есиль основаны на результатах анализа тематических карт, статистических данных, информационного аналитического материала, специальной литературы, космических снимков Landsat 5 TM, данных полевых исследований (2016-2017 гг.), топографических карт масштабов 1: 500 000, в ходе которых было обследовано 15 ключевых участков, выполнены описания типичных урочищ, закономерную совокупность которых образуют ландшафты. Обобщение и пространственный анализ данных были проведены с

помощью геоинформационной системы ArcGIS 10.1, что позволило детализировать схему природно-ландшафтной дифференциации бассейна р. Есиль до уровня ландшафтов. Комплекс работ направлен на изучение современного состояния природных комплексов данной территории в северной части Казахстана и на определение закономерностей структурной организации ландшафтов Есильской геосистемы.

Нами в пределах бассейна реки Есиль выделены 142 вида ландшафтов, которые в результате индивидуализации, а затем структурно-генетической классификации упорядочены в иерархическую систематику. В легенде выделены следующие классификационные категории: типы (лесостепной, степной, полупустынный), подтипы (типичная лесостепь, южная колючая степь, северная умеренно-засушливая степь, средняя засушливая степь, южная сухостепная, северная полупустынная), роды (аккумулятивные и денудационные) и особая группа интразональных ландшафтов.

Выполненная нами среднемасштабная (1:1000 000) ландшафтная карта бассейна реки Есиль построена по структурному принципу индивидуализации ландшафтов и отражает генетическое происхождение, классификационную иерархию. Основной ее задачей стала демонстрация пространственно-временных закономерностей, действующих в геосистемах. В основу классификации геосистем и создания легенды ландшафтной основы положен системно-иерархический региональный подход к выявлению соподчинения ландшафтных таксонов (рис. 1).

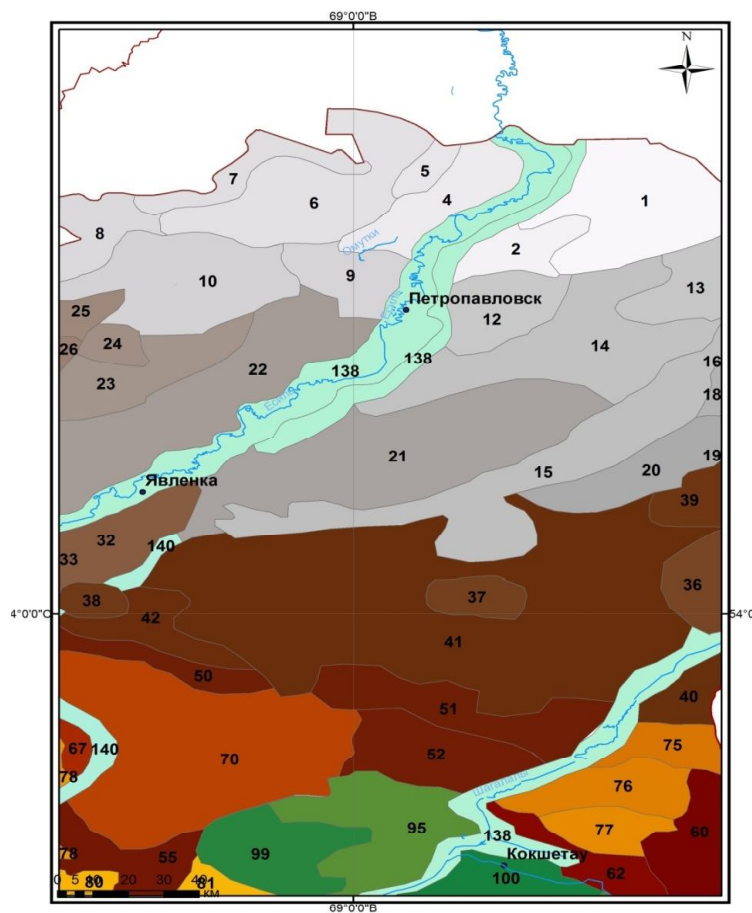


Рисунок 1 - Фрагмент ландшафтной карты бассейна реки Есиль

Фрагмент легенды ландшафтной карты бассейна реки Есиль:

- тип: лесостепь;
- подтип: типичная лесостепь;
- род: озерно-аллювиальные.

Слабоволнистая равнина с многочисленными саями и мелкими западинами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-узколистно-ковыльной растительностью (*Stipa pennata* L., *Stipa Stenophylla*) с фрагментами березово-осиновых колок (*Betula verrucosa*, *Populus tremula*) и осоки (*Carex pediformis*) на черноземах обыкновенных солонцеватых суглинистых с солодами и солончаками.

Слабоволнистая, местами плоская равнина с мелкими отдельными понижениями и саями, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с березово-осиновыми остепененными лесами (*Betula verrucosa*, *Populus tremula*) с участием вейника ланцетного (*Calamagrostis lanceolata*), мятлика узколистного (*Poa angustifolia*), коротконожки перистой (*Brachypodium pinnatum*) на серых лесных осолоделых суглинистых почвах.

Полого-слабонаклонно-волнистая равнина с отдельными замкнутыми понижениями и оврагами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-узколистно-красноковыльной растительностью (*Stipa pennata* L., *Stipa Stenophylla*) с участием пырея ползучего (*Elytrigia repens*), вейника наземного (*Calamagrostis epigejos*), костяники каменистой (*Rubus saxatilis*) на лугово-черноземных солонцеватых почвах в комплексе с лугово-степными солонцами в сочетании с солодами.

Слабонаклонно-волнистая равнина с блюдцеобразными западинами и крупными котловинами озер, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-узколистно-красноковыльной растительностью с участием вейника наземного (*Calamagrostis epigejos*), полевицы (*Agrostis alba*) на черноземах выщелоченных суглинистых.

Полого-слабоволнистая равнина, изрезанная оврагами и саями, сложенная среднечетвертичными отложениями, с пырейно-кострово-острецово-растительностью (*Agropyron repens*, *Bromus inermis*, *Agropyrum ramosum*) с участием вейника наземного (*Calamagrostis epigejos*) на черноземах обыкновенных солонцеватых.

Наклонно-полого-слабоволнистая равнина с крупными многочисленными котловинами озер, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-ковыльно-вейниковой растительностью (*Stipa pennata* L., *Calamagrostis epigejos*) с фрагментами березовых колок (*Betula pendula*, *Betula pubescens*) на черноземах карбонатных и лугово-черноземных карбонатных почвах с солонцами в сочетании с солодами.

Полого-слабонаклонная равнина с многочисленными котловинами озер и мокрыми западинами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-ковыльно-типчаковой (*Stipa pennata* L., *Festuca valesiaca*) растительностью с участием вейника наземного (*Calamagrostis epigejos*), тимopheевки луговой (*Phleum pratense*) на черноземах обыкновенных карбонатных с пятнами солодей.

Слабопологоволнистая равнина с крупными котловинами озер и руслами временных водотоков с оврагами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с перисто-ковыльно-типчаковой растительностью (*Stipa pennata* L., *Festuca valesiaca*) с участием полевицы (*Agrostis alba*), солонечника (*Galatella lino-syris*) и фрагментами осино-березовых колок на черноземах южных карбонатных с солонцами и фрагментами солодей.

Слабоволнисто-пологонаклонная равнина с крупными котловинами озер и сетью временных водотоков, сложенная среднечетвертичными отложениями, с ковыльно-морковнико-типчаковой растительностью (*Stipa rubens*, *peucedanum morisonii*, *Festuca valesiaca*) с фрагментами люцерны серповидной (*Medicago falcata*), полыни шелковистой (*Artemisia sericea*) на черноземах обыкновенных суглинистых среднемошных с солонцами.

Волнисто-пологая равнина с крупными блюдцеобразными западинами и гривами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с морковнико-красноковыльной, морковниково-типчаковой растительностью (*Stipa rubens*, *Peucedanum morisonii*, *Festuca valesiaca*) с участием грудницы полевой (*Linosyris villosa*) и белой полыни (*Artemisia absinthium*) с фрагментами березово-осиновых колок (*Betula verrucosa*, *Populus tremula*) на черноземах обыкновенных солонцеватых суглинистых в сочетании с солодами.

Слабонаклонная равнина с крупными котловинами озер и многочисленными сухими руслами, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с пырейно-кострово-острецовой растительностью (*Agropyron repens*, *Bromus inermis*, *Agropyrum ramosum*) с участием грудницы полевой (*Linosyris villosa*), мятлика узколистного (*Poa angustifolia*) на луговых солонцеватых суглинистых и глинистых почвах.

Слабоволнисто-наклонная равнина с многочисленными микропонижениями и руслами временных водотоков, сложенная среднечетвертичными отложениями, с красноковыльно-типчаково-морковниковой растительностью (*Stipa rubens*, *Peucedanum morisonii*, *Festuca valesiaca*) с участием тонконога сизого (*Koeleria glauca*), Тимофеевки луговой (*Phleum phleoides*) с фрагментами березово-осиновых колок на черноземах солонцеватых суглинистых и лугово-черноземных почвах с пятнами солодей.

- подтип: южная колючая степь;

- род: озерно-аллювиальные.

Полого-слабонаклонная равнина с бессточными понижениями и сухими руслами временных водотоков, сложенная нижнечетвертичными отложениями, с морковнико-красноковыльно-типчаковой растительностью (*Stipa rubens*, *Peucedanum morisonii*, *Festuca valesiaca*) с участием тимфеевки луговой (*Phleum phleoides*), таволги обыкновенной (*Filipendula vulgaris*) и березово-осиновыми колками (*Betula verrucosa*, *Populus tremula*) на черноземах обыкновенных солонцеватых и лугово-черноземных почвах с пятнами солодей.

Обширная территория бассейна реки Есиль, на которой производились исследования, по характеру поверхности неоднородна. Она включает в себя юго-западные окраины Западно-Сибирской равнины и северо-восточную часть Казахского мелкосопочника, включающую возвышенность Кокшетау, Атбасарскую наклонную равнину. Формирование и функционирование бассейна реки Есиль происходило под влиянием внешних и внутренних факторов и испытало весьма длительный и сложный этап геологического развития. В географическом размещении ландшафтов на территории бассейна реки Есиль наблюдается определенная закономерность. В соответствии с увеличением количества солнечного тепла и одновременным уменьшением атмосферного увлажнения по мере продвижения с севера на юг, в крае происходит смена лесостепных ландшафтов степными, сухостепными и полупустынными. Ландшафты одной зоны, обладая рядом общих черт в отношении климатических условий, типов почв и растительности, в то же время заметно разнятся между собой по устройству поверхности, геологическому строению, грунтам, подземным водам и местным особенностям климата. В регионе отчетливо обособляются степные и лесостепные ландшафты низменных древнеозерных и аллювиальных равнин юга Западной Сибири, умеренно-засушливые, засушливые, сухие степи и полупустыни Казахского мелкосопочника. Указанные типы ландшафтов отличаются друг от друга не только по рельефу и геологии, но и в биоклиматическом отношении.

Лесостепная зона бассейна реки Есиль включает значительные территории южной окраины Западно-Сибирской равнины, северную часть возвышенности Кокшетау. Выделяют три основные особенности строения рельефа ландшафтов лесостепной зоны: 1) весьма малые уклоны и слабое расчленение поверхности; 2) почти полное отсутствие современной местной сети долин; 3) постепенное уменьшение абсолютных высотных отме-

ток по мере удаления от возвышенности Кокшетау. По рельефу юго-западная окраина Западно-Сибирской равнины представляет обширную плоскую, недренированную аккумулятивно-денудационную поверхность, имеющую общий уклон в северо-восточном направлении. Абсолютные высоты поверхности, достигающие 200 м на юге и юго-западе, постепенно снижаются на севере и северо-востоке до 160-130 м. Своеобразной чертой рельефа является широкое распространение замкнутых котловин и блюдцеобразных западин, повсеместно встречающихся на бессточных водораздельных пространствах. Большинство котловин сосредоточено на участках гривно-ложбинного рельефа, в пределах которого параллельно расположенные гривы имеют вид сравнительно узких гряд до 10 км длиной, выдерживающих северо-восточное или юго-восточное направление. Ширина их составляет 300-800 м при высоте от 3-10 до 15-20 м. Ложбины, разделяющие гривы, отличаются сравнительно плоским дном с цепочками озерных котловин. Лесостепные ландшафты проникают далеко на юг по возвышенности Кокшетау, что связано с местным увеличением количества осадков за счет большой высоты и расчлененности местности. Затрудненность стока приводит местами к застаиванию поверхностных вод, формированию болот, озер и заболоченных территорий, что приводит к засолению почв в районах близкого залегания морских соленосных глин, к возникновению участков фильтрации поверхностных вод, к формированию солонцов, комплексности и мозаичности природно-территориальных комплексов [7].

Данная зона характеризуется суровой холодной зимой и жарким засушливым летом, большими годовыми и суточными амплитудами температуры воздуха. Суммарная радиация – 100-110 ккал/см², радиационный баланс равен 28-30 ккал/см². Ландшафты лесостепной зоны функционируют в условиях снижения скорости течения воды в руслах рек, что вызвано уменьшением уклона местности. Ландшафтам данной зоны характерны временно-пересыхающие водотоки, кроме самой реки Есиль и крупных притоков Аккан-бурлык и Иман-бурлык. Постоянный сток определяет стабильный зональный характер геосистем. Средний коэффициент увлажнения составляет 0,6-0,8. Для геосистем данной зоны характерны эрозионные процессы.

Развитие геосистем происходит в условиях умеренно-засушливого увлажнения, где обеспеченность влагой и мощность почвенных горизонтов определяют их лесостепной облик. Они характеризуются наличием небольших осиново-березовых и березовых лесов и колок. Пространства между колками, в прошлом занятые злаково-разнотравными луговыми степями на обыкновенных черноземах и лугово-черноземных почвах и богаторазнотравно-красноковыльными степями на черноземах обыкновенных (в колочной лесостепи), в настоящее время почти полностью распаханы. Пахотнопригодные земли занимают 50-60% от общей площади лесостепи и являются одними из лучших в регионе. Пашни располагаются на междуречных равнинах с лугово-черноземными почвами и с черноземами обыкновенными, большей частью солонцеватыми, местами в комплексе с солонцами. Наличие лесных массивов и многочисленных колок, озерных котловин и лиманов, заболоченных и закустаренных западин, обуславливает довольно большую раздробленность пахотных земель. Нередко пашни разбросаны небольшими участками сложной конфигурации среди лесов и кормовых угодий. Растительный покров лесостепной зоны представлен мезофильными и мезоксерофильными видами.

Северо-степные ландшафты характеризуются равнинным рельефом древнеозерного и озерно-аллювиального происхождения или рельефом волнистых, холмистых, холмистогрядовых, увалистых цокольных и пластовых равнин. Более 50% территории степной зоны Казахского мелкосопочника распаханно. Казахский мелкосопочник приурочен к Казахскому эпигерцинскому щиту и характеризуется возвышенно-равнинно-горносопочным

рельефом. Поверхность мелкосопочника характеризуется ярусным строением, хотя ярусы различного геологического возраста. Повышенные формы рельефа сложены преимущественно палеозойскими и допалеозойскими породами. Внешний облик мелкопочного рельефа тесно связан с его структурными и литологическими особенностями. Увалисто-холмистые и холмистые формы с выходами скалистых пород на вершинах и склонах характерны для сопок, сложенных эффузивными породами. Рельеф Казахского мелкосопочника сформировался в результате длительной, начавшейся еще в мезозое континентальной денудации, протекавшей в чередовании влажных и засушливых периодов. В настоящее время местность лишь в областях гранитных интрузий сохранила характер гор высотой до 1050 м и округлых холмогорий высотой 400-650 м. В районах, сложенных метаморфическими и палеозойскими осадочными породами, рельеф представляет собой типичный мелкосопочник с абсолютными высотами 160-400 м [8].

В целом, поверхность возвышенности Кокшетау имеет вид достаточно определенно отграниченного от окружающих равнин свода с пологими склонами. Центральная часть, в пределах которой преобладает высоты более 400 м, расположена южнее города Кокшетау. Отсюда наблюдается постепенное понижение местности во всех направлениях. Наиболее ясно выражены северные и северо-восточные склоны; основание их расположено на 130-140 м. Западные и южные склоны подчеркиваются долиной р. Есиль, дно которой имеет отметки 100-200 м, однако сразу же за долиной располагаются значительные высоты, достигающие на западе до 200-250 м, на юге до 300-350 м. Наименее ясно возвышенность ограничена с юго-востока, где вдоль северо-восточной окраины Тениз-коргалджинской впадины проходит приподнятая полоса местности с высотами более 400 м, соединяющая Кокшетауский мелкосопочник с Центрально-Казахстанским. В районах распространения осадочных пород преобладают грядовые формы рельефа. Внешний вид и происхождение их различны. Севернее и северо-восточнее Зерендинского массива кристаллических пород на интенсивно дислоцированных и глубоко метаморфизованных допалеозойских и нижнепалеозойских отложениях преобладают вытянутые формы рельефа, простирающиеся которых совпадает с простираем пластов. Наряду с этим распространены гряды и цепи холмов, приуроченные к выходам жильных (особенно часто к кварцевым жилам) пород, прорезающих осадочные толщи в различных направлениях. В верхних частях склонов и на вершинах здесь часто можно видеть коренные выходы или элювиальные россыпи молочно-белого кварца. Следует отметить, что в пределах грядового, холмистого и пологоволнистого рельефа, развитого на древних скальных породах, последнее, в основном, выходит на поверхность менее ровных участков, они почти всюду прикрыты чехлом рыхлых элювиальных, элювиально-делювиальных, озерных и аллювиальных осадков. Важнейшим элементом возвышенности Кокшетау являются древние и современные речные долины. Эрозионно-аккумулятивные процессы сыграли существенную роль и в формировании современного рельефа возвышенности Кокшетау. Хорошо сортированные косослоистые гравийно-галечные и песчано-гравийные отложения аллювиального типа мы встречали в различных частях Кокшетауского мелкосопочника. Значительная ширина долин некоторых рек, стекающих с Кокшетауской возвышенности (например, р. Шагlinka), указывает на то, что современные водотоки протекают по долинам, выработанным более мощными потоками.

Современная речная сеть в центральной части Кокшетауской возвышенности имеет ясно выраженный радиальный характер. Водораздельная точка, откуда расходятся долины, расположена на центральной наиболее возвышенной части мелкосопочника - в районе п. Айдабул и Лосевка. Все речные бассейны северного и северо-восточного склонов возвышенности бессточны. Здесь наблюдается слабо развитая система долин и балок,

слепо оканчивающихся в замкнутых понижениях, окаймляющих основание склонов возвышенности. Даже наиболее крупные долины рек Камысакты и Шаглинки впадают в котловины бессточных озер (Тарангул и Шаглы-Тенгиз). Кроме эрозионных ложбин, в расчленении междуречий весьма существенную роль играют здесь мелкие бессточные понижения (блюдца и западины). Западные, юго-восточные и особенно южные склоны возвышенности, напротив, расчленены густой неразветвленной сетью долин, входящих в водосборный бассейн Есиль [8].

Южные сухостепные ландшафты занимают территорию, приуроченную к зоне формирования стока реки Есиль и верхнего течения до водораздела реки Колутон и занимают южную часть Казахского мелкосопочника. Доминирующие геосистемы однотипны и представлены увалисто-холмистыми равнинами с типчаково-ковыльными степями на темно-каштановых почвах, развивающимися на абсолютных высотах 300-400 м. Незначительная высотная поясность с засушливыми разнотравно-ковыльными степями на южных карбонатных черноземах характерна для горного массива Нияз, сложенного кембрийскими, ордовикскими породами, прорванными гранитами. На покровных суглинках развиты суффозионные западины.

Основными факторами, определяющими характер развития геосистем, являются здесь степень увлажнения почвы и глубина ее промерзания к началу снеготаяния. Кроме этого, важную роль играют запасы воды в снеге перед началом его таяния и характер распределения снежного покрова по поверхности водосборов. Бессточные понижения и озера перехватывают весенний сток временных водотоков. До основного русла реки Есиль доходит лишь 40% весеннего стока. Ландшафты формируются в условиях большой атмосферной сухости при средней сумме годовых осадков около 200-250 мм. На темно-каштановых и каштановых почвах господствуют дерновиннозлаковые степи с малым участием засушливого разнотравья. В этой зоне лучшими в сельскохозяйственном отношении являются ландшафты равнин (пластовых и цокольных) с покровом карбонатных суглинков и темно-каштановыми карбонатными почвами (левобережье реки Есиль). Значительно ниже процент пахотнопригодных земель на участках с комплексами темно-каштановых солонцеватых почв и солонцов. Наиболее характерны комплексно-солонцовые ландшафты на террасах реки Есиль и холмистых цокольных равнинах к северо-востоку от Астаны. На мелкосопочных массивах развиты ландшафты каменистых ковыльных и овсецовых степей с кустарниками караганы и таволги. Щебнистые темно-каштановые и каштановые почвы недостаточно сформированы, отличаются малой мощностью профиля и значительной смываемостью. Пахотнопригодных земель в мелкосопочных ландшафтах очень мало. В основном мелкосопочные степи используются как весенне-летние пастбища.

Степная зона также характеризуется холодной зимой и жарким засушливым летом, большими годовыми и суточными амплитудами температуры воздуха. Суммарная радиация – 110-120 ккал/см², радиационный баланс равен 30-35 ккал/см². Средний коэффициент увлажнения составляет 0,6-0,8. Для геосистем данной зоны характерны эрозионно-аккумулятивные процессы. Развитие геосистем происходит в условиях недостаточного увлажнения, где обеспеченность влагой и мощность почвенных горизонтов определяют их степной облик. Сухость климата, сильно расчлененный рельеф, разнообразие литологического состава почвообразующих пород обусловили чрезвычайную неоднородность почвенного покрова зоны. Зональными являются черноземы обыкновенные южные, темно-каштановые почвы, которые формируются под ковыльно-типчаково-полынной и красноковыльно-морковниково-типчаковой растительностью. Почвы при суглинистом механическом составе в основном карбонатно-солонцеватые. Одной из характерных его черт является комплексность. Почти повсеместно на террасах речных долин, равнинных

междуречьях, в межсопочных понижениях темно-каштановые почвы встречаются в комплексе с солонцами и солончаками. Ландшафты степной зоны приурочены к руслу реки Есиль в нижнем и среднем течении и функционируют в условиях засушливости климата. Средний коэффициент увлажнения составляет 0,4-0,6. В умеренно-засушливой и засушливой степи пашни расположены преимущественно на землях с суглинистыми обыкновенными и южными черноземами, местами солонцеватыми в комплексе с солонцами, а в сухой степи - на землях с темно-каштановыми и каштановыми почвами, супесчаными, суглинистыми карбонатными и суглинистыми солонцеватыми в комплексе с солонцами. Менее распаханы земли на сильно заозеренных волнистых и гривистых равнинах, в местностях с гривисто-ложбинным рельефом, на сильно расчлененных склонах речных долин, на землях с большим распространением солонцов и солончаков, на холмисто-увалистых равнинах Казахского мелкосопочника.

Лучшими в хозяйственном отношении являются ландшафты плоских и слабоволнистых междуречных равнин (распаханность 80-90%), где на покровных карбонатных суглинках развиваются черноземы обыкновенные среднегумусные (северная подзона) и черноземы южные малогумусные (южная подзона). Эти земли лучшего и хорошего качества не нуждаются в мелиорациях и дают высокие урожаи. Там же, где близко к поверхности залегают засоленные подземные воды или грунты, распространены черноземы солонцеватые в комплексе с солонцами, участие которых может достигать 30-50% от общей площади. При этом резко снижается агропроизводственная ценность земель и степень их пригодности для земледелия.

Полупустынная зона находится в пределах южных приподнятых территорий Казахского мелкосопочника, где годовая сумма осадков сокращается до 125-200 мм. Неполивное земледелие здесь крайне затруднено. Рельеф характеризуется чередованием мелкосопочных массивов с возвышенными равнинами и древними руслами стока. В основном это холмистые и мелкосопочно-увалистые равнины, перекрытые тонким плащом элювиально-делювиальных отложений, а в межсопочных понижениях аллювием. Сложены они суглинками, супесями, гравийно-галечниками, сланцами и гнейсами. Относительные превышения между сопками и смежными долинами составляют от нескольких до 30-60 метров. Для самой долины реки Есиль в пределах данной зоны характерен возвышенный холмисто-увалисто-волнистый рельеф. Особенности климата зоны характеризуются увеличением тепловых ресурсов и засушливости с севера на юг. В этом направлении годовой радиационный баланс увеличивается с 35 до 40 ккал/см², а суммарная солнечная радиация – от 120 до 130 ккал/см². Сухость климата, мелко расчлененный рельеф, разнообразие литологического состава почвообразующих пород обусловили чрезвычайную неоднородность почвенного покрова зоны. Зональными являются светло-каштановые почвы, которые формируются под полынно-ковылково-типчаковой, полынно-ковылково-тырсиковой растительностью. Почти повсюду, особенно при суглинистом механическом составе, они карбонатно-солонцеватые. Одной из характерных его черт является комплексность. Почти повсеместно на террасах речных долин, равнинных междуречьях, в межсопочных понижениях светло-каштановые почвы встречаются в комплексе с солонцами. Изреженность биоты объясняется особенностями литогенной основы, представленной эффузивно-осадочными породами, песчаниками, которые часто выходят на дневную поверхность. Ландшафты полупустынной зоны приурочены к руслу реки Есиль в среднем течении и функционируют в условиях минимального увлажнения. Средний коэффициент увлажнения составляет 0,25. Вместе с тем полупустыня располагает хорошими пастбищами, особенно для мелкого рогатого скота. В большинстве случаев для них характерна высокая комплексность почв и растительного покрова, выражающаяся в мо-

заичном чередовании мелких пятен степной полынно-злаковой растительности на светло-каштановых почвах и пустынной солянково-полынной растительности на солонцах и солончаках. До 50% их используют под пашни и выборочные степные сенокосы.

Ландшафты речных долин и озерных впадин составляют особую группу. Им свойственно относительно повышенное грунтовое, натежное или паводковое увлажнение. На поймах реки Есиль, а также в лиманах сформировались разнотравно-злаковые луга. Вместе с луговыми почвами немало луговых солонцов и солончаков. Луговые ландшафты являются ценнейшими сенокосными угодьями региона. Их продуктивность достигает 20-30 ц/га. Кроме того пойменные земли частично используются под огородные и бахчевые культуры [9].

В отличие от пойм и лиманов, на низких надпойменных террасах долин и озерных впадин господствуют солонцово-лугово-степные и солончаково-солонцовые ландшафты с пустынно-степной и пустынной растительностью. При неглубоком залегании грунтовых вод и слабом дренаже их почвы и грунты сильно засолены.

Таким образом, Есильская геосистема является одним из крупных природных комплексов, имеющим большое значение в народном хозяйстве Республики Казахстан. Региональные особенности природной среды обуславливают здесь процессы формирования и развития геосистем низшего порядка, то есть локального уровня. Современные процессы саморегуляции геосистем зависят от степени интенсивности влияния многих антропогенных факторов, среди которых главным является сельскохозяйственное производство. Почвенный покров Есильской геосистемы принимает огромное количество твердых частиц, являющихся продуктом интенсивной почвенной эрозии. Ускоренная эрозия приводит к деградации земельных ресурсов: сокращаются запасы гумуса, ухудшаются водно-физические свойства почв, снижается их плодородие. Важным фактором деградации геосистем стали процессы опустынивания, развившихся впоследствии чрезмерного выпаса скота, обезлесивания, интенсивной откачки подземных вод. Природные комплексы развиваются под влиянием двух взаимообусловленных ведущих факторов дифференциации - литогенной основы и стока.

Специфическими особенностями ландшафтов бассейна реки Есиль являются: 1) холмистый и грядовой рельеф, который ярко выражен в строении рельефа при движении с север на юг и развит на древних осадочных и изверженных породах, который чередуется со сравнительно плоскими участками приуроченных к древним и современным долинам, озерным котловинам или понижениям, где распространены элювиальные, делювиальные, пролювиальные и иные рыхлые отложения; 2) широкая распространенность лессовидных отложений (суглинков и супесей); 3) широкое распространение древних кор выветривания (кварцы, каолинизированные породы, каолины и т.д.), облекающие коренные породы; 4) мощные скопления речного супесчаного, песчано-галечного аллювия в долинах рек бассейна реки Есиль.

Список литературы

1. Джаналеева К.М. Теоретические и методологические проблемы географии. - Астана, 2008. - 226 с.
2. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учеб. для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 366 с.
3. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте: Избранные тр. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 383 с.
4. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. - 318 с.
5. Николаев В.А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. - М., Изд-во Московского ун-та, 1978. - 62 с.
6. Гельдыева Г.В. Ландшафты Казахстана / Г.В. Гельдыева, Л.К. Веселова. - Алма-Ата: Гылым, 1992. - 176 с.

7. Волков И.А. Ишимская степь: Рельеф и покровные лессовидные отложения / Акад. наук СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т геологии и геофизики. - Новосибирск, 1965. - 75 с.
8. Джаналеева Г.М. Физическая география Республики Казахстан. - Астана: ЕНУ им. Гумилева, Аркас, 2010. - 592 с.
9. Природное районирование Северного Казахстана: Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Акмолинская и Павлодарская область. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. - 468 с.

Получено 16.08.2017

УДК 553.041

Б.А. Дьячков, С.С. Айтбаева, Б.Б. Амралинова, Т.А. Ойцева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

А.Е. Бисатова

ОО «Геологоразведочная компания «Топаз», г. Усть-Каменогорск

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И РУДОНОСНОСТИ ПЛАГИОГРАНИТОВ КУНУШСКОГО КОМПЛЕКСА (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

В статье рассматриваются особенности формирования вещественного состава и рудоносность плагиогранитов кунушского комплекса, сформированного в коллизионной геодинамической обстановке развития геологических структур Восточного Казахстана. По петрологическим и минералого-геохимическим данным подчеркивается золоторудная специализация плагиогранитов, а также связь с ними наложенного типа редкометалльного оруденения.

Мақалада Шығыс Қазақстанның геологиялық құрылымдарының коллизиялық геодинамикалық дамуы жағдайында қалыптасқан Кунуш кешенінің плагиограниттерінің заттық құрамының қалыптасу кенділігінің ерекшеліктері және кенділігі қарастырылады. Петрологиялық және минералогия-геохимиялық деректер бойынша плагиограниттердің алтын және сирек металды кенділікпен байланысы көрсетіледі.

The patterns of the formation of the material composition and ore-bearing of Kunushsky complex plagiogranites, formed in the collision geodynamic situation of the development of the geological structures of East Kazakhstan are considered in the article. The gold ore specialization of plagiogranites and relation of imposed type of rare metal mineralization with them are emphasized by petrological and mineralogical-geochemical data.

В настоящее время изучение рудоносности плагиогранитов кунушского комплекса и связанного с ними оруденения привлекает интерес многих исследователей. Кунушский комплекс (С₃) объединяет гипабиссальные малые интрузии плагиогранитов, гранодиоритов и дайки порфирового облика, сформированные в герцинский цикл в коллизионной геодинамической обстановке в процессе сдвижения и стыковки Казахстанской и Сибирской литосферных плит, образуя приразломные интрузивно-дайковые пояса северо-западного направления. Магматические очаги зарождались в нижних частях земной коры и, возможно, в верхней мантии [1, 2].

Петрографические особенности. Гранодиорит-плагиогранитовая формация объединяет в основном два петрографических типа пород: плагиогранитовый и гранодиоритовый.

Плагиогранитовый петрографический тип, представляющий породы плагиогранодиоритовой ветви дифференциации, является наиболее рудоносным. Типоморфным минералом в плагиогранитах является альбит, нормативное значение которого 42,9% при среднем количественно-минеральном содержании плагиоклаза 50-62,2%. Породы комплекса характеризуются выдержанным количественно-минеральным составом (табл. 1),

отвечающим в основном среднезернистым биотитовым плагиогранитам и мелко-среднезернистым роговообманково-биотитовым гранодиоритам. Плагиограниты отличаются светло-серой окраской и равномерно-зернистой структурой, состоят в основном из зонального плагиоклаза (андезина-альбита), кварца и биотита, по типу кристаллизации соответствуют эвтектоидной фации гранитоидов. Гранодиориты отличаются большим содержанием роговой обманки. В гранодиоритах Раздольненского массива обнаружен реликтовый пироксен [3]. В гранодиоритах слюды по составу близки к нормальному биотиту, отличаются несколько повышенной железистостью и глиноземистостью.

Таблица 1

Количественно-минеральный состав пород кунушского комплекса, об. %

Породы	Число подс-в	Пл (№)	Кш	Кв	Би	Рог. обм	Му	Акцес-с
Плагиограниты	70	61,3 (35-8)	1,5	31	6,5	-	0,1	0,6
Плагиогранит-порфиры	24	58,3	3,3	29,5	7,7	-	0,2	1
Гранодиориты	25	40,7 (42-15)	19,6	21,4	14,1	3,4	-	0,8

Средний нормативный состав пород по американской классификации показан в табл. 2, где видно, что плагиограниты характеризуются преобладанием в нормативном составе альбита (42,9%) и кварца (31,6%), второстепенное значение имеют анортит (10,3%) и гиперстен (6,1%) [3].

Таблица 2

Нормативный состав пород кунушского комплекса, %

№ породы	Орт	Аб	Ан	Ап	Мг	Ил	Ги	Фл	Ко	Кв	Прочие	Сумма
1	6,2	42,9	10,3	0,3	0,1	0,5	6,1	-	1,4	31,6	0,4	99,8
2	7,8	39,7	9,0	0,1	0,5	0,4	2,3	-	2,3	36,6	-	98,7

Примечание - 1 – плагиограниты, 2 – плагиогранит-порфиры.

Ведущими минералами плагиогранитов являются альбит и кварц при подчиненном значении ортоклаза и темноцветных, а в плагиогранит-порфирах больше кварца и меньше темноцветных. Гранодиориты отличаются от плагиогранитов повышенной фемичностью минералов и большим содержанием ортоклаза (15,82%). Составы даек гранодиорит-порфиров и кварцевых порфиров весьма близкие; гранодиорит-порфиры отличаются лишь большим содержанием ортоклаза (за счет вкраплений калишпата), апатита и темноцветных и меньшим кварца.

Петрохимическая характеристика. В кунушском комплексе по петрохимическим особенностям четко выделяются два типа пород. Плагиогранитовый тип пород обладает высокой продуктивностью на золотое оруденение. Главной спецификой плагиогранитов является пересыщенность кремнекислотой и натриевая щелочность (при повышенной основности и пониженной общей щелочности), отражающей происхождение их из базальтоидной магмы. По этим признакам они сближаются с гранитоидами андезитового ряда, также сопровождающимися золотым оруденением. Как видно из табл. 3 и 4, в плагиогранитах кунушского комплекса Na_2O резко преобладает над K_2O (в 4,7 раза). Кроме того, в составе плагиоклаза альбитовая составляющая преобладает над анортитом (табл. 3), а в метасоматически измененных плагиогранитах (табл. 4) определено молекулярное количество ромбического пироксена (гиперстена) [3].

Гранодиоритовый тип отличается от предыдущего бедностью щелочами (при незначительном преобладании Na над K), пониженным содержанием кремнезема, известково-щелочной агпаитностью, высокой основностью и пониженной глиноземистостью биотита, что свидетельствует о неблагоприятности для концентрации оруденения.

Химический состав в целом отражает нормальный ход дифференциации магмы, так как от ранних к поздним производным комплекса повышалась кремнекислотность и щелочность пород при уменьшении железомagneзиальных компонентов и CaO. По типу щелочности выделены три группы пород: 1) натриевая (плагиограниты и плагиогранит-порфиры) с соотношением $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 4$; 2) калиево-натриевая (гранодиориты, гранит-порфиры и кварцевые порфиры) при $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1-1,5$; 3) натриево-калиевая (гранодиорит-порфиры при $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 1-1,5$).

Плагиогранодиориты ($a:c = 3-3,5$, $Q = +29-30$) выделены как промежуточная разность между гранодиоритами и плагиогранитами, отражающая сближенность последних не только по возрасту, но и по вещественному составу. По величине коэффициента агпаитности гранодиориты и гранодиорит-порфиры близки к щелочноземельной серии $K_a = 0,55-0,56$, а плагиограниты, гранит-порфиры, кварцевые порфиры – к плюмазитовой серии $K_a = 0,66-0,71$). На диаграмме $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ относятся к низкокалиевой известково-щелочной серии (рис. 1).

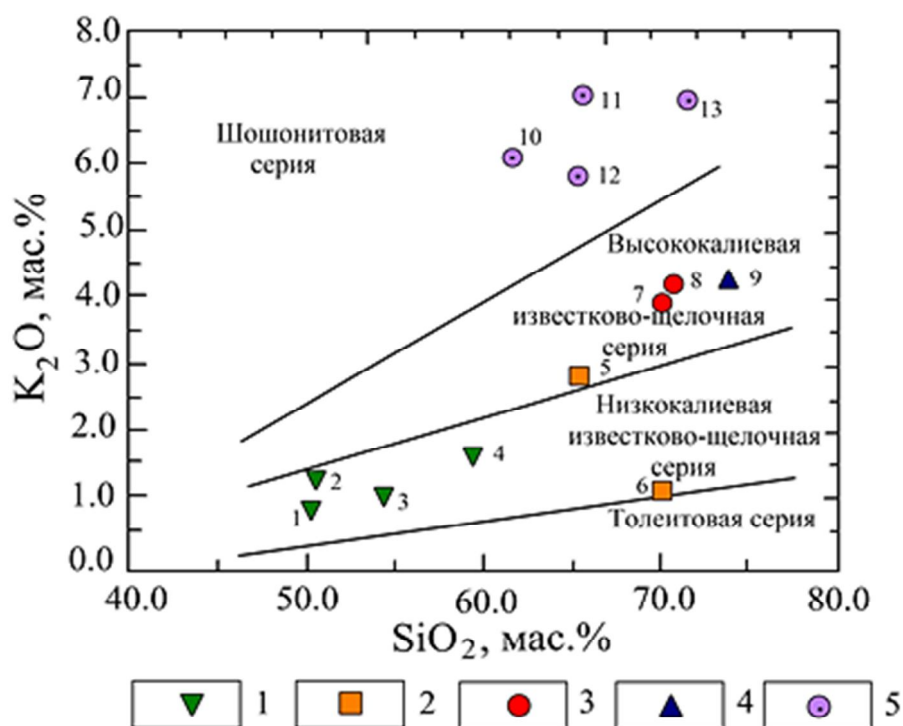


Рисунок 1 - Диаграмма $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ интрузивных пород Калбинского региона по Peccerillo&Taylor: 1 – интрузивные комплексы (1 – карабрюкский C_{2-3} ; 2 – кунушский C_3 ; 3 – калбинский P_1 ; 4 – монастырский P_2 и 5 – буранский P_2)

Таблица 3

Химический состав плагиогранитов кунушского комплекса (мас. %)
и числовые характеристики по А.Н. Заварицкому

№ п.п.	Охислы № проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	F	CO ₂	Ппл	Сухая
1	6655	6972	0,22	16,95	0,10	1,65	0,04	2,09	2,59	4,90	1,00	н/об	0,05	0,024	н/об	0,22	99,53
2	5404	7090	0,28	16,04	0,27	1,79	0,01	0,96	2,26	5,44	1,00	0,26	0,08	0,048	0,16	0,22	99,51
3	5401	7122	0,28	15,98	<0,2	1,90	<0,01	1,13	2,71	5,82	0,76	0,23	0,07	0,032	0,11	0,23	100,33
4	5410	7106	0,22	15,98	н/о	1,65	<0,01	0,96	2,03	5,44	1,05	0,23	0,05	0,048	0,11	0,61	99,28
5	4193	7108	0,28	16,13	0,27	2,08	0,02	0,40	2,48	5,87	0,96	0,11	0,09	0,072	н/о	0,37	100,14
6	5417-5	7218	0,28	16,39	<0,2	1,36	<0,01	0,96	2,14	4,95	1,29	0,22	0,08	0,072	0,11	0,54	99,39
7	6407	7094	0,33	15,98	<0,2	2,15	0,01	0,96	1,24	4,79	2,20	0,05	0,04	0,040	0,16	0,44	99,12
8	4205	7054	0,22	14,80	0,51	1,43	0,02	1,45	3,16	5,44	0,86	0,22	0,05	0,064	0,33	0,70	99,40
9	6455	7082	0,28	15,71	0,38	2,30	0,025	0,99	3,43	4,74	0,86	-	0,04	0,04	-	0,56	100,13
10	Среднее (9)	7093	0,27	15,88	0,23	1,81	0,01	1,10	2,27	5,26	1,11	0,15	0,06	0,05	0,12	0,43	99,68

Таблица 4

Средний состав метасоматически измененных плагиогранитов кунушского комплекса

Охислы	Весовые содержания, в %	Молек-е кол-во	Or	Ab	An	Ap	П	Mt	Hu	C	Q
SiO ₂	68,84	1145	102	444	58				33		508
TiO ₂	0,28	4					4				
Al ₂ O ₃	16,31	160	7	74	29					40	
Fe ₂ O ₃	0,65	4						4			
FeO	1,50	21					4	4	13		
MnO	0,02	0									
MgO	0,80	20							20		
CaO	1,88	32			29	3					
Na ₂ O	4,64	74		74							
K ₂ O	1,61	17	17								
H ₂ O	0,23	22									
P ₂ O ₅	0,10	1				1					
F	0,06	-									
CO ₂	0,11	-									
Ппл	2,81	-									
Сумма	99,84		8,9	38,80	7,60	0,26	0,52	0,52	4,33	2,62	33,31

Примечание - По работе Б.А. Дьячкова, Н.П. Майорова и др. (1994).

SAL/FEM=1,7,03
Q/F=0,60
K₂O+Na₂O/CaO=3,13
K₂O/Na₂O=0,33
Сильол: 1;4;2;4

По результатам первичных изотопных отношений Rb/Sr, выполненных в аналитическом центре ИГН СО РАН, плагиограниты кунушского комплекса резко обогащены Sr по сравнению с гранитами калбинского и лейкогранитами монастырского комплексов, что подчеркивает коромантийный источник их образования (рис. 2).

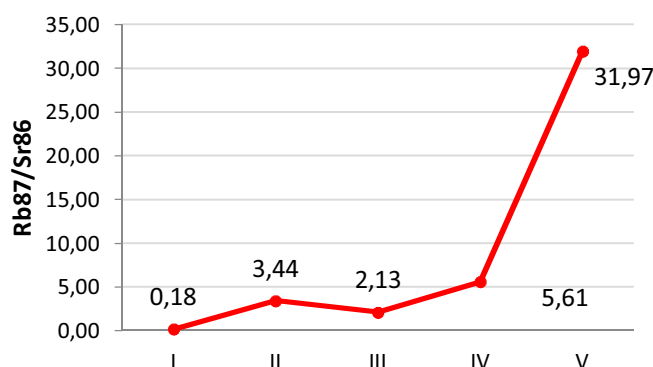


Рисунок 2 - Диаграмма рубидий-стронциевого отношения в гранитоидах Калбы (среднее значение): I – плагиограниты кунушского комплекса; II – граниты I фазы калбинского комплекса; III – граниты с/з равномерно-зернистые биотитовые II фазы калбинского комплекса; IV – граниты мусковитизированные II фазы калбинского комплекса; V – лейкограниты монастырского комплекса

Минералогическая характеристика. На растровом электронном микроскопе в плагиогранитах были обнаружены микровключения циркона, апатита с примесью платины (13,84 вес. %), галенита, содержащего серебро (6,3 вес.%), и тонкодисперсного ильменита (рис. 3-5). Полученные результаты дополнительно подтверждают наличие акцессорной вкрапленности благородных элементов в неизмененных разностях плагиогранитов кунушского комплекса.

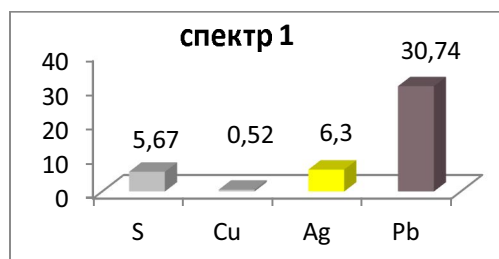
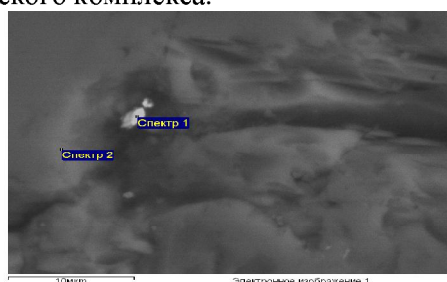


Рисунок 3 – Микровключение галенита с примесью серебра в образце плагиогранита кунушского комплекса. Месторождение Точка

Геохимическая характеристика. Генетическая связь золотого оруденения с гранодиорит-плагиогранитовой формацией доказывается специализацией пород (особенно плагиогранитового типа) на Au (до 120 мг/т), а также Ag (до 16-26 кларков), обогащенностью метасоматически измененных гранитоидов и даек элементами-спутниками золота – Ag (20 кларков), As и Bi (>1000 кларков), которые концентрируются в золотоносных кварцевых жилах, повышенной концентрацией Au в пиритах из даек и кварцевых прожилок (до 12-50 мг/т). В рудных образованиях концентрируются Au, Ag, As, Cu, Mo, Ni и др. К главным рудным элементам относятся Au, Ag, поэтому геохимический тип для плагиогранит-гранодиоритовой формации определяется как золоторудный.

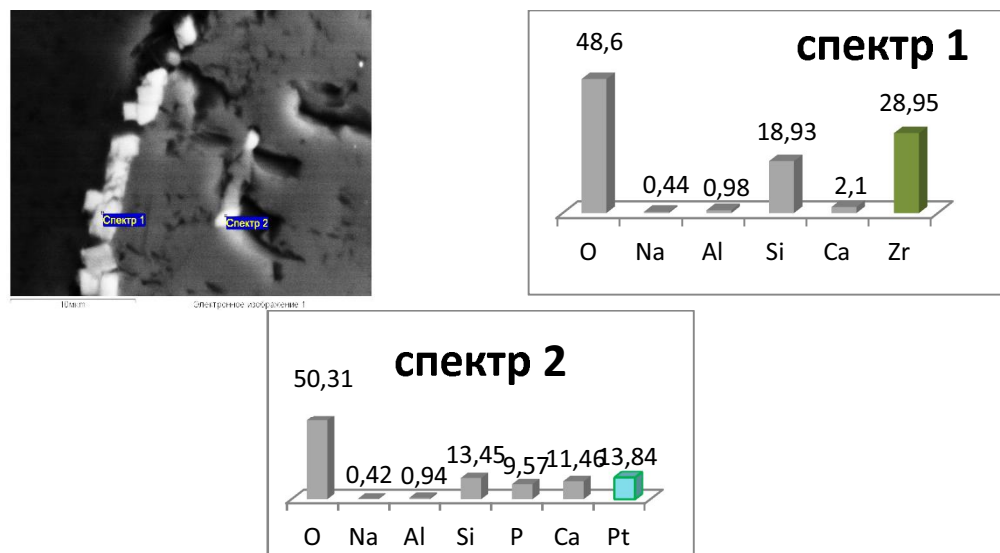


Рисунок 4 - РЭМ-изображение включений циркона (спектр 1) и апатита, содержащего платину (спектр 2), в плагиогранитах кунушского комплекса

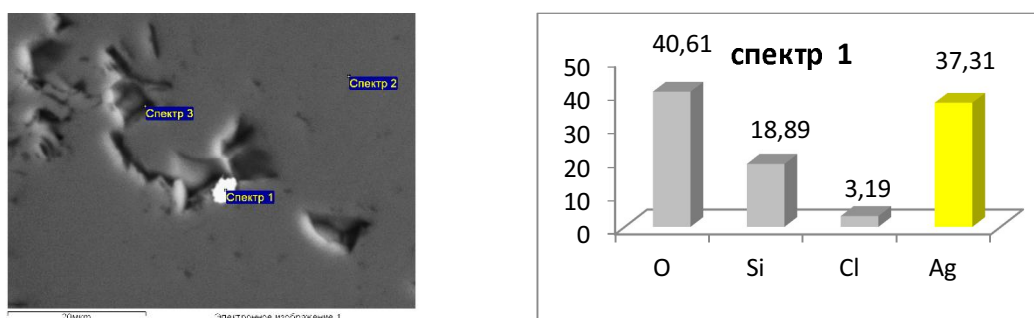


Рисунок 5- Микровключения кераргирита в грезенезированном кварце. Месторождение Точка

Геохимические особенности пород: 1) специализация отдельных разновидностей на Cu, Ni, V, Sc (1,5-4,7 кларка); 2) пониженное содержание (в 1,5-4 раза относительно калбинских гранитов) F, Sn, Be, Ta, Li и др. в неизмененных гранитоидах, биотитах и акцессорных минералах; 3) повышенная золотоносность пород кунушского комплекса относительно калбинских гранитов с концентрацией золота в измененных плагиогранитах и дайках, развитых в пределах золоторудных полей. Геохимически плагиограниты также обогащены халькофильными элементами (Cu, Pb, Zn) и характеризуются весовыми значениями благородных и сопутствующих элементов (г/т): Au (0,28), Ag (1,76), Sb (2,98), Pt (0,03). По сравнению с гранитами I фазы калбинского комплекса, в них меньше содержание Nb, суммы редких щелочей (Li, Rb, Cs) при близких значениях Ta, Be, Sn.

По изотопно-геохимическим данным плагиогранитоиды кунушского комплекса относятся к ϵ_{Nd} -типу ($\epsilon_{Nd}(0) = +3,8$; $\epsilon_{Nd}(T) = +6,7$), а по петрогеохимическим - к высокоглинеземистым плагиогранитам. Необходимым условием генерации плагиогранитоидов такого типа служит высокое давление (больше или равное 10-120 кбар) и равновесие расплава с гранатосодержащим реститом. Температурный режим формирования был высоким и варьировал от 805 до 910 °C [4].

Рудоносность. Гранодиорит-плагиогранитовая формация специализирована на золотое оруденение и сопровождается собственно золоторудными месторождениями, характерными для Западно-Калбинской зоны. [5]. В Калба-Нарымской зоне малые интрузии и дайки кунушского комплекса являются благоприятной вмещающей средой для концентрации наложенного редкометалльного оруденения (Ta, Nb, Sn, W) в контактах с калбинскими гранитами. [5, 1].

С породами рассматриваемого комплекса генетически связано золотое оруденение, образующее промышленные типы месторождений – суздальское, кулуджунское, бакырчикское и др. Основные доказательства следующие: 1) пространственная сближенность магматических образований и золоторудных кварцевых жил, прожилков лестничного типа и минерализованных золото-сульфидных зон (Жерек, Кедей, Кулуджун, Бакырчик, Лайлы и др.); 2) близкие геолого-структурные условия формирования интрузивных и рудных тел (разрывные нарушения, надвиговые структуры, флексуобразные изгибы складчатости, благоприятные литолого-стратиграфические горизонты и др.); 3) минералогическое родство золоторудных кварцевых жил и минерализованных зон с метасоматически измененными гранитоидами (пирит, арсенопирит, сидерит-анкерит, шеелит и золото; 4) геохимически одинаковая ассоциация сопутствующих элементов (Ag, As, Sb, Bi, Cu, Pb, Zn и др.); 5) относительно повышенное содержание золота по результатам нейтронно-активационного метода в породах кунушского комплекса (2,8-3,3 мг/т) по сравнению с калбинскими гранитами (1,8 мг/т) и дайками миролюбовского комплекса (1,9 мг/т).

В Калба-Нарымской зоне подобные пояса кунушского комплекса срезаются и метаморфизуются гранитами калбинского комплекса (месторождение Ново-Сарыозек, рис. 6), а в ряде случаев испытывают контактово-метасоматические преобразования (графитизация, грейзенизация, окварцевание и др.) с концентрацией рудного вещества (Ta, Nb, Sn, W и др., месторождение Чердожак) [6].

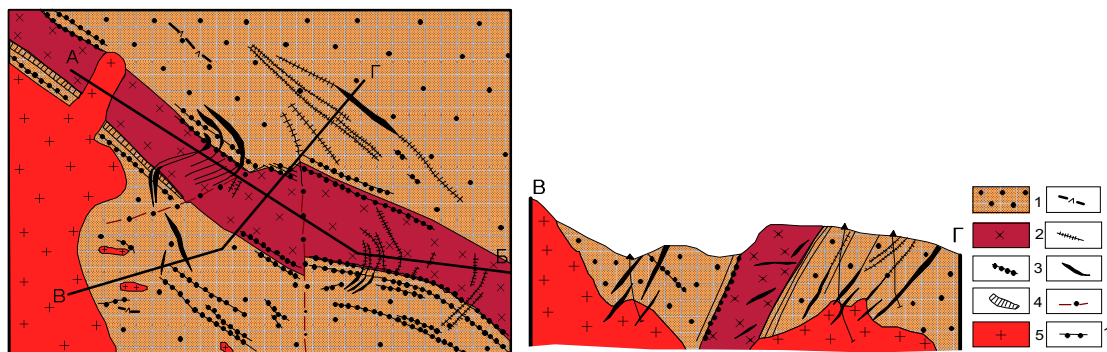


Рисунок 6 – Месторождение Ново-Сарыозек (с использованием материалов А.Г. Алексеева, Е.В. Григорьевой): 1 – сланцы такырской свиты; 2 – плагиогранодиориты; 3 – гранит-порфиры; 4 – кварцевые порфиры кунушского комплекса; 5-8 – калбинский комплекс (5 – граниты II; 6 – шерл-микроклиновые; 7 – микроклин-альбитовые и 8 – альбит-сподуменовые пегматиты); 9 – разрывы; 10 – рекомендуемые скважины

В рудоотложение вовлекались редкие элементы (Ta, Nb, Sn, W и др.), привносимые флюидными потоками калбинских интрузий, при возможной встречной миграции элементов из вмещающих пород такырской свиты и плагиогранитов кунушского комплекса (Ca, Mg, Na, S, B и др.). Последние здесь выступают в роли трещинных структурно-литологи-

ческих ловушек с непроницаемыми оболочками или геохимических барьеров для концентрации редкометалльного оруденения.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

По результатам электронной микроскопии и других анализов выявлены специфические особенности вещественного состава плагиогранитов (натровая щелочность, повышенное содержание Sr, золота и сопутствующих элементов – Fe, Mn, As, Sb и др.), что резко отличает их от гранитов калбинского комплекса. По радиологическим определениям плагиограниты имеют более ранний возраст (по U/Pb методу – 306,7 и Ar/Tr – 299 Мл), что отличает их от калбинских гранитов пермского времени. [3, 2]. Впервые в золото-сульфидных минерализованных зонах по результатам растровой электронной микроскопии обнаружены редко встречающиеся минералы редких земель: Ni, Ir, Sn, W и др.

В Калба-Нарымской зоне подчеркивается роль плагиогранитов кунушского комплекса в качестве благоприятной роли вмещающих пород (структурно-литологической среды и геохимического барьера) для формирования наложенного редкометалльно-пегматитового (Ta, Nb, Li, Be, Sn) и грейзеново-кварцево-жильного (Sn, W) оруденения под контактово-метасоматическом воздействии гранитоидов калбинского комплекса (P₁). Примерами являются месторождения Точка, Медведка, Ново-Сарыозек, Чердоук и др. Впервые в пегматитах установлена попутная золотоблагородная минерализация (свободное золото, самородное серебро, кераргеритсереброносные монацит и галенит, платиноносный фторапатит). Выявление в рудах хромшпинелидов и фосфорноносного никелевого минерала отражает смешанный источник рудоносных флюидов, вероятно, коромантийного происхождения. По особенностям формирования и вещественному составу плагиограниты близки к эффузивным адакитам [4].

Полученные результаты вносят определенный научный вклад в вопросы рудообразования золоторудных и редкометалльных месторождений и в целом имеют прикладное значение.

Список литературы

1. Дьячков Б.А. О соотношении кунушского комплекса Калбы и редкометалльного оруденения // Проблемы магматической геологии Зайсанской складчатой области. - Алма-Ата: Наука, 1981. - С. 165-171.
2. Куйбида М.Л. U-Pb изотопный возраст, состав и источники плагиогранитов Калбинского хребта (Восточный Казахстан) / М.Л. Куйбида, Н.Н. Крук, А.Г. Владимиров и др. // Докл. РАН, 2009. - Т. 424. - № 1. - С. 84-88.
3. Дьячков Б.А. Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса / Б.А. Дьячков, Н.П. Майорова, Г.Н. Щерба и др. – Алматы: Ғылым, 1994. – 208 с.
4. Гусев А.И. Адакитовые гранитоиды Калбы и их металлогения / А.И. Гусев, Н.И. Гусев // Большой Алтай – уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии // Материалы междунар. конф. - Усть-Каменогорск, 2010. – С. 29-130.
5. Большой Алтай (геология и металлогения). – Алматы: Ғылым, 1998. - Кн.1: Геологическое строение. – 304 с.
6. Бисатова А.Е. Геологическое строение олово-вольфрамового месторождения Чердоук Нарымского рудного района (Восточный Казахстан) / А.Е. Бисатова, Г.Е. Садвакасова, С.С. Айтбаева и др. // Материалы III Междунар. науч. конф. «Корреляция алтаид и уралид». – Новосибирск, Россия: ИГиМ им. В.С. Соболева СО РАН. - 2016. - С. 26-27.

Получено 26.09.2017

ӘОЖ 05.00.00

А.М. Қожанова, Д.Ж. Жетыбаева, Н.А. Азиналиев

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы қ.

**ЖҮЙЕЛІ ДИНАМИКА НЕГІЗІНДЕ МҰНАЙ ӨНДІРУ КОМПАНИЯСЫНЫҢ
ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ БОЛЖАМЫ МЕН ТАЛДАУЫ**

Разведка и добыча нефти и газа является наиболее важным и ключевым сегментом во всей деловой цепочке нефтяной промышленности. Поэтому нефтяные компании всегда уделяли большое внимание принятию научных и разумных решений об инвестиционном масштабе и структуре в секторе добычи, чтобы они могли минимизировать бизнес-риски и получать высокие прибыли. Согласно теориям и методам динамики систем, основанных на фактических результатах практики нефтяной компании в Казахстане, в этой статье построена модель динамики системы для анализа и прогнозирования масштабов и структуры инвестиций в добывающих отраслях для нефтяной компании. Эта прикладная практика была сопоставлена с фактическими данными и показала, что модель системной динамики, представленная в этой статье, является полезным инструментом для анализа и прогнозирования масштабов инвестиций и структуры нефтяных компаний в инвестиционных решениях.

Мұнай мен газды барлау және өндіру бүкіл мұнай өнеркәсібінің басты және ең маңызды тармағы болып табылады. Сондықтан да мұнай компаниялары әрдайым бизнес-тәуекелдерді азайтып, жоғары пайдаға жете алу жолында өндіріс секторындағы инвестициялық ауқымы мен құрылымы туралы ғылыми және оң шешімдерін қабылдауға басты назар аударды. Қазақстандағы мұнай-газ компаниясы тәжірибесінің нақты нәтижелеріне негізделген жүйе динамикасының теориясы мен әдістеріне сәйкес, осы мақалада мұнай-газ компанияларына арналған өндіру салаларындағы инвестицияның ауқымы мен құрылымын талдап, болжамдау үшін жүйе динамикасының моделі құрылған. Бұл қолданбалы тәжірибе нақты мәліметтерге сүйенді және де осы мақалада көрсетілген жүйелік динамика моделінің мұнай компанияларының инвестициялық шешімдердегі инвестиция мен құрылымының ауқымын талдап, болжауға арналған пайдалы құрал болып табылатынын көрсетті.

Oil and gas exploration and production is the most important and key segment in the whole business chain of the petroleum industry. Therefore, oil companies always put much emphasis on making scientific and reasonable decisions about investment scale and structure in the upstream sector, so that they can minimise business risks and obtain high returns. According to the system dynamics theories and methods and based on the actual results from an oil company's practice in Kazakhstan, a system dynamics model is built in this paper for analyzing and forecasting the upstream investment scale and structure for an oil company. This model was used to analyze the investment effect of a large oil company in Kazakhstan, and the results showed that the total upstream investment scale will decline slowly in a short period and the investment proportion of different parts should be adjusted if some influencing factors are taken into account. This application practice was compared with the actual data and indicated that the system dynamics model presented in this paper is a useful tool for analyzing and forecasting of upstream investment scale and structure of oil companies in their investment decisions.

Кілттік сөздер: мұнай компаниясы, инвестиция, талдау және жорамалдау, жүйе динамикасы.

Бұрын мұнай бағасы қымбат болғандықтан, барлық мұнай компаниялары өз инвестициясын көбінесе мұнай өндіруге бөлген, соның арқасында мұнай мен газды игеру мен барлауда инвестициялық қуатын арттырған. Осылайша мұнай компаниялары мұнай мен газды игеруде, талдауға және болжауға көп көңіл бөлген, содан кейін өзгерту жағдайлары керек болғанда керекті шаралар қабылдауға мүмкіндігі болған. Көптеген әдістер талдау түрінде қолжетімді болады, мысалға регрессиялық талдау, экометриялық әдістер. System Dinamics күрделі жүйелерде тандалынады, өйткені бұл әдіс арнайы күрделі көп параметрлік, сызықтық және динамикалық жүйені зерттеу үшін арналған. Мақалада жүйелі динамика әдісі бойынша имитациялық моделі көрсетілген. Бұл әдіс инвестициялар мен өндірістік сектордағы қысқарту құрылымын болжау үшін ұсынылған. Зерттегеннен кейін ірі мұнай компаниясы үшін тау-кен секторы құрылымындағы

инвестицияның ауқымын модельдеуге және талдау үшін пайдаланылатын болды, және кейбір ұсыныстар модельдеу есептеулері негізінде жасалды [1].

Мұнай компаниясының өндіруші компанияға күрделі қаржы жұмсауы, ең бастысы, мұнай мен газды зерттеп, өңдеуге шоғырланады. Осылайша бұл мақалада зерттеу мен өндірудегі инвестиция жүйесін зерттеу және өңдеу ішкі жүйелеріне бөлінеді. Әрине, басқа да зерттеу және өндіру инвестициялары бар, бірақ біз оларды өз зерттеулерімізде ескермедік. Біз ішкі жүйелердегі кері байланыстың түрлі факторлары мен механизмдері арасындағы өзара қарым-қатынасты әрі қарай зерттедік. 1-суретте зерттеу инвестициялық ішкі жүйесінің факторлары арасындағы қысқаша мысалы көрсетілген.

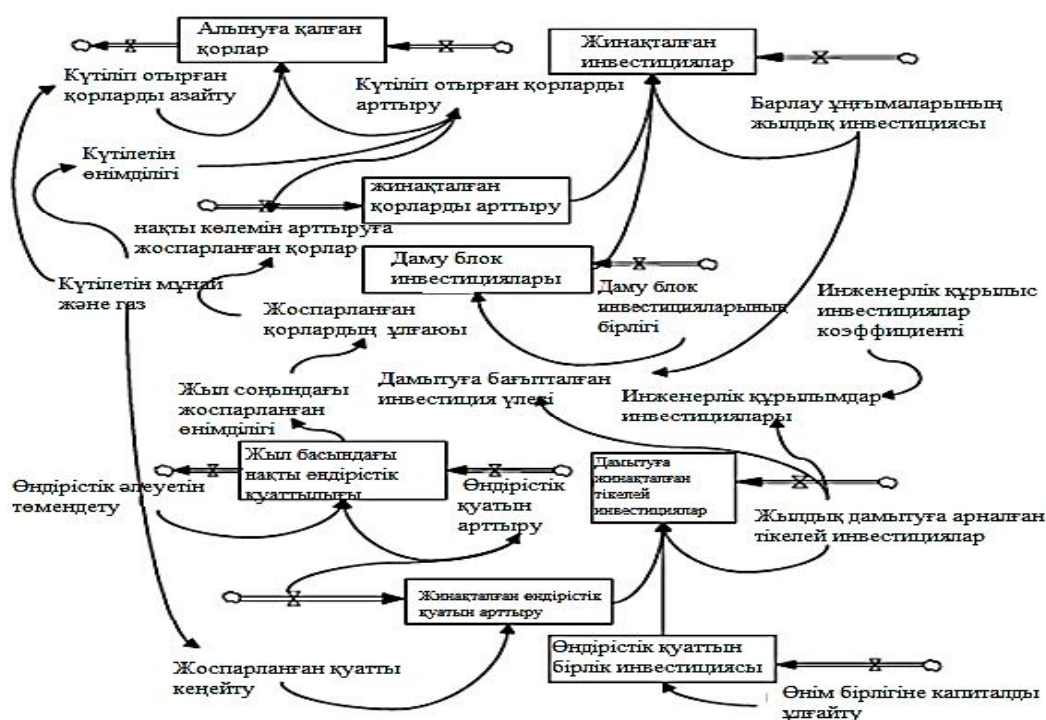


1-сурет - Ішкі жүйедегі зерттеу бойынша факторлардың арасындағы шығындар диаграммасы

1-суретте екі кері байланыс көрсетілген, оның бірі геофизикалық және геохимиялық зерттеудегі инвестиция себептілігінің кері байланысы болып табылады, ал басқасы – зерттеу ұғымдарындағы инвестиция. Себептілігі бар бірінші кері байланыс компанияның болжанатын қорлары мен бақыланатын қорларды техникалық инновация мен жаңа жабдықты өндіру көмегімен қоса алатынын көрсетеді. Қалған геологиялық қорларда уақыт өте азаяды, ал одан соң жинақталған қалған геологиялық қорлар азаяды. Қалған геологиялық қорлар уақыт өте төмендейді, содан кейін қайтадан көбейген геологиялық қорлар да азаяды. Осылайша, компания геофизикалық және геохимиялық зерттеудегі инвестицияларын қысқартады, тағы да қосымша қорларды көбейту үшін іздеу-зерттеу скважиналарында инвестицияны көбейтеді.

Екінші себепті кері байланыс циклынан компания дәлелденген қорларды көбейту мақсатында зерттеуге (шолынған скважиналарының бұрғылауын қамтиды) көп инвестицияны сала алатынын көруге болады. Дәлелденген қорлардың жоғарылауы барысында қалған геологиялық қорлар азаяды. Қорлардың азайып, пайдалану күрделілігі артуына байланысты көбейтіліп дәлелденген қорлар қайтадан азаяды. Мұнай жаңа кен орындарын өңдеу периодында мұнай компаниясы зерттеу скважиналарындағы инвестиция ауқымын қысқартады да, пайдалану скважиналарына жоғары және тұрақты өндірісті алу үшін көбірек инвестиция салатын болады.

Факторлардың ара-қатынасы негізінде екі ағын графы жүйелі динамика құрастырылды, олар инвестиция ауқымы мен жоғарылайтын ағымның құрылымын көрсетеді (2 және 3-суреттер). Бүкіл модель күтілімдегі мұнай мен газдың шығуында басталады, яғни олар кіріс айнымалы ретінде қарастырылады. Аралық шығыс айнымалылар қалған болжамды алынатын қорларды, қайтадан жоспарланған көбейте алынатын резервті, күтілімдегі



3-Сурет - Мұнайгаз дамуының жүйелі динамика-ішкі жүйесінің график ағыны

Жоғарыда сипатталған жүйелі динамика моделі (1, 2 және 3-суреттер) мен айнымалылар қатынасын талдау негізіндегі имитациялық модель өндіріс компаниялары мұнай компанияларындағы инвестицияны талдауға арналған *VENSIM* программалық қамтамасыздандыруды пайдалану арқылы құрылған болатын. Модель мұнай компаниялары үшін инвестициялар ауқымы мен құрылымын талдау үшін пайдаланылуы мүмкін екендігін көрсетеміз. Мұнай компаниялары зерттеу мен өндірістегі инвестиция ауқымы мен құрылымының мұнайға, шығынға және техникалық прогреске әсер етуінен көбіне түзетулер енгізеді. Бұл мақалада зерттеу мен өңдеудегі мұнайға, күтілімдегі мұнай мен газ қорларына деген халықаралық бағалары, сондай-ақ мұнай мен газдың болжалды кірісі олардың өндіру инвестициясына әсерін білу үшін негізгі фактор ретінде қарастырылады [3].

Қорыта келе мұнай компанияларындағы капиталды инвестицияларының сипатын талдау негізінде бұл құжатта жүйелі динамика қағидалары мен әдістері көмегімен және де *VENSIM* программалық қамтама көмегімен имитациялық модель құрылады. Құжатта сипатталған модель көмегімен ірі мұнай компаниясының өндіріс секторындағы инвестициялардың ауқымы мен құрылымы талданып, болжанған болатын.

Нәтижелер мұнай өндіру компаниясындағы инвестициялар, мұнайға деген халықаралық бағаға, мұнай мен газдың күтілімдегі қорларына, сондай-ақ мұнай мен газ болжалды кірістілігіне айтарлықтай тәуелді екендігін көрсетеді. Мұнай мен газ бағасының өсуі және мұнай мен газдың күтілімдегі қорлары шарттарында мұнай компаниясы мұнай мен газ өндірісін жеткілікті техникалық қолдауға ие бола отырып тездетуі мүмкін. Осы барлық модельдеу және ұсыныстар нәтижелері мұнай компаниясының жетекшілері мен эксперттерімен талқыландырылған болатын және де жоғары бағаға ие болды. Бұл зерттеу ұсынылған жүйелі динамика моделі зерттеу және өндіру инвестицияларының ауқымы мен құрылымын талдау, болжау кезінде пайдалы құрал болып табылады, осы арқылы мұнай компаниялары өздерінің инвестициялық шешімдерінің ұтымдылығын жақсартып алады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Акопов А.С. Системно-динамический подход в управлении инвестиционной деятельностью нефтяной компании. - М.: ЦЭМИ РАН, 2006. - с. 153-188.
2. Акопов А.С. Проблемы управления субъектом ТЭК в современных условиях: Монография. - М.: ЦЭМИ РАН, 2004. - 246 с.
3. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. - Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1959.

Получено 16.08.2017

УДК 628.1

В.П. Колпакова, С.Б. Анапьянова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ РЕКИ ЕРТИС
В ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Приведены данные качества воды по водным объектам реки Ертис в Восточно-Казахстанской области. Выполнен анализ данных по тяжелым металлам (медь, марганец, цинк) в динамике 2015-2017 гг.

Мақалада Шығыс Қазақстан облысындағы Ертіс өзенінің су объектілері бойынша су сапасының мәліметтері келтірілген. Ауыр металдар бойынша (мыс, марганец, мырыш) 2015-2017 жылдар аралығындағы мәліметтерге талдау жасалды.

The data of water quality on water bodies of the Ertis river are given, the data of heavy metals (copper, manganese, zink) are analysed.

Ключевые слова: качество воды водных объектов, охрана окружающей среды, предельно-допустимая концентрация загрязняющих веществ.

К мероприятиям по решению вопросов ограничения антропогенного воздействия на водные объекты, охраны водных объектов в бассейне реки Ертис в Восточно-Казахстанской области (ВКО) относится реконструкция всего комплекса природно-охранных мероприятий для всех поверхностных водных источников независимо от категории их использования, с учетом их вклада в межгосударственное использование поверхностных ресурсов. Река Ертис (Иртыш) с притоками выделена территориально в Иртышский водохозяйственный бассейн.

По результатам работ, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы, наблюдения за загрязнением поверхностных вод на территории ВКО проводились на 9-ти водных объектах (реки Кара Ертис, Ертис, Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка, Оба, Буктырма) [1].

Качество воды водных объектов оценивается следующим образом: вода «умеренного уровня загрязнения» - реки Кара Ертис, Ертис, Оба; вода «высокого уровня загрязнения» - реки Буктырма, Тихая, Ульби, Красноярка, Глубочанка; вода «чрезвычайно высокого уровня загрязнения» - река Брекса [1].

В табл. 1 представлены качественные показатели воды рек ВКО за 2017 год (январь, февраль, март).

Таблица 1

Качественные показатели состава рек ВКО за 2017г.

№	Наименование водного объекта	Медь (Cu), мг/дм³ (ПДК для рыб - 0,001)				Марганец (Mn), мг/дм³ (ПДК для рыб - 0,01)				Цинк (Zn), мг/дм³ (ПДК для рыб - 0,01)			
		январь	февраль	март	среднее	январь	февраль	март	среднее	январь	февраль	март	среднее
1	2				6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	р. Кара Ертіс	<u>0.0034</u> 3,4	<u>0.0017</u> 1,7	<u>0.0029</u> 2,9	<u>0.0027</u> 2,67	<u>0.018</u> 1,8	-	-	<u>0.0006</u> 0,6	-	-	-	-
2	р. Ертіс	<u>0.0027</u> 2,7	<u>0.0023</u> 2,3	<u>0.0028</u> 2,8	<u>0.0026</u> 2,6	-	-	-	-	-	<u>0.018</u> 1,8	<u>0.015</u> 1,5	<u>0.011</u> 1,1
3	р. Буктырма	<u>0.0023</u> 2,3	<u>0.0038</u> 3,8	<u>0.0026</u> 2,6	<u>0.0029</u> 2,9	<u>0.015</u> 1,5	-	<u>0.012</u> 1,2	<u>0.009</u> 0,9	-	-	<u>0.012</u> 1,2	<u>0.004</u> 0,4
4	р. Брекса	<u>0.0065</u> 6,5	<u>0.0085</u> 8,5	<u>0.0117</u> 11,7	<u>0.0089</u> 8,9	<u>0.086</u> 8,6	<u>0.102</u> 10,2	<u>0.059</u> 5,9	<u>0.082</u> 8,23	<u>0.101</u> 10,1	<u>0.360</u> 36,0	<u>0.067</u> 6,7	<u>0.176</u> 17,6
5	р. Тихая	<u>0.0071</u> 7,1	<u>0.0078</u> 7,8	<u>0.0087</u> 8,7	<u>0.0079</u> 7,87	<u>0.099</u> 9,9	<u>0.119</u> 11,9	<u>0.082</u> 8,2	<u>0.1</u> 10	<u>0.110</u> 11,0	<u>0.177</u> 17,7	<u>0.074</u> 7,4	<u>0.120</u> 12,03
6	р. Ульби	<u>0.0046</u> 4,6	<u>0.0045</u> 4,5	<u>0.0045</u> 4,5	<u>0.0045</u> 4,53	<u>0.063</u> 6,3	<u>0.075</u> 7,5	<u>0.116</u> 11,6	<u>0.085</u> 8,47	<u>0.130</u> 13,0	<u>0.125</u> 12,5	<u>0.220</u> 22,0	<u>0.158</u> 15,83
7	р. Глубочанка	<u>0.0077</u> 7,7	<u>0.0094</u> 9,4	<u>0.0059</u> 5,9	<u>0.0077</u> 7,67	<u>0.087</u> 8,7	<u>0.224</u> 22,4	<u>0.092</u> 9,2	<u>0.134</u> 13,43	<u>0.217</u> 21,7	<u>0.192</u> 19,2	<u>0.250</u> 25,0	<u>0.219</u> 21,97
8	р. Красноярка	<u>0.0063</u> 6,3	<u>0.0055</u> 5,5	<u>0.0041</u> 4,1	<u>0.0053</u> 5,37	<u>0.072</u> 7,2	<u>0.061</u> 6,1	<u>0.055</u> 5,5	<u>0.063</u> 6,27	<u>0.175</u> 17,5	<u>0.156</u> 15,6	<u>0.103</u> 10,3	<u>0.145</u> 14,47
9	р. Оба	<u>0.0019</u> 1,9	<u>0.0033</u> 3,3	<u>0.0028</u> 2,8	<u>0.0027</u> 2,67	<u>0.039</u> 3,9	<u>0.015</u> 1,5	<u>0.014</u> 1,4	<u>0.023</u> 2,27	<u>0.011</u> 1,1	-	-	<u>0.004</u> 0,37

Примечание: в числителе - фактические данные, в знаменателе - кратность превышения содержания загрязняющих веществ по сравнению с предельно-допустимой концентрацией (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов.

По данным средних значений табл. 1 построены диаграммы 1, 2.

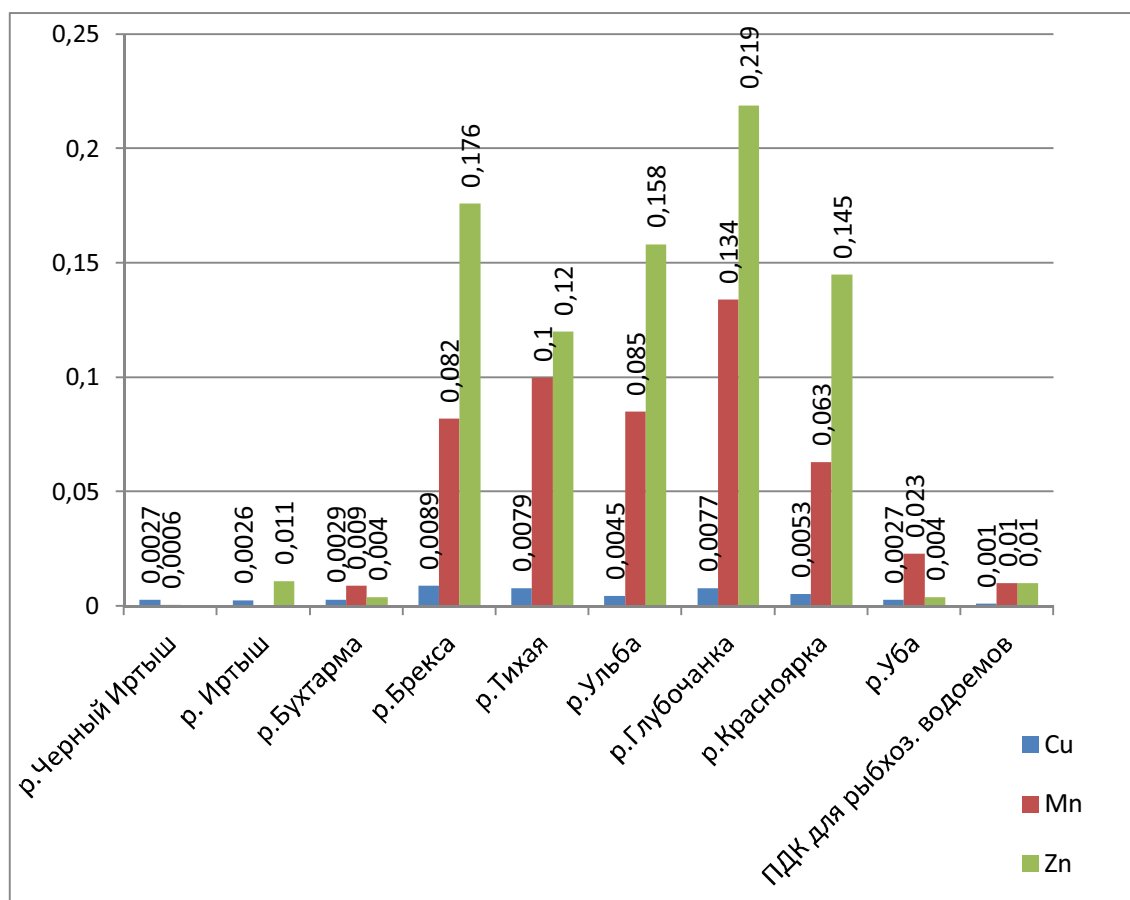


Диаграмма 1 – Фактические средние данные за 2017 г. (январь, февраль, март) по качеству воды рек в сравнении с ПДК для рыбохозяйственных водоемов

Такое качество вод малых рек Восточно-Казахстанской области объясняется тем, что в горной местности, откуда они берут свое начало, расположены крупные предприятия горно-рудной промышленности. Особенно значительный уровень загрязнений зафиксирован по веществам из группы тяжелых металлов: медь, цинк, марганец. По показателям, таким как цветность, запах, вкус, влияние сбросов на состояние воды в поверхностных водных источниках не обнаружено.

Анализ проведенных данных показывает, что наиболее загрязненными по содержанию цинка являются такие реки как Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка.

Данные на диаграмме 2 показывают, что кратность превышения содержания загрязняющих веществ вод рек за 2017 г. (январь, февраль, март) по сравнению с ПДК для рыбохозяйственных водоемов колеблется: по меди от 5 до 9 раз, по марганцу от 6,3 до 13,5 раз, по цинку от 12 до 22 раз. Динамика по содержанию тяжелых металлов в течение трех последних лет в этих реках остается на одном уровне. Такое количество тяжелых металлов (медь, марганец, цинк), поступающих систематически в реки, оказывают сильное негативное воздействие.

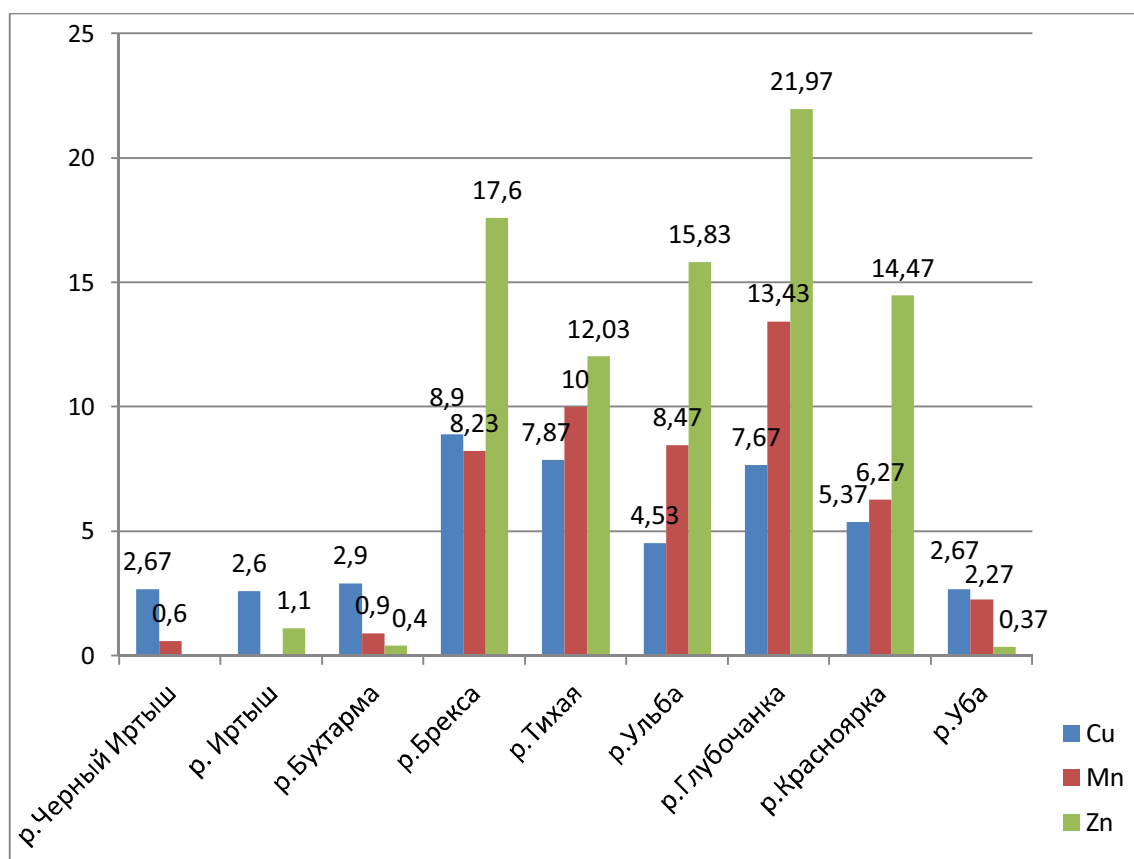


Диаграмма 2 - Кратность превышения содержания загрязняющих веществ вод рек за 2017 г. (январь, февраль, март) по сравнению с ПДК для рыбохозяйственных водоемов

В табл. 2 приведены средние годовые значения по рекам за 2015 и 2016 гг. по кратности превышения содержания загрязняющих веществ, превышающих ПДК.

Таблица 2

Кратность превышения содержания загрязняющих веществ (среднегодовые) за 2015 и 2016 гг.

№	Наименование рек	Cu		Mn		Zn	
		2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
1	р. Брекса	9,2	9,7	6,5	6,4	29,1	29,1
2	р. Тихая	8,2	7,6	6,9	7,6	24,7	48,5
3	р. Ульба	4,9	5,2	4,6	4,9	11,8	20,3
4	р. Глубочанка	4,9	5,5	5,8	5,5	11,9	15,5
5	р. Красноярка	5,2	5,6	5,9	5,5	23,5	17,4

Необходимым условием сохранения естественного природного санитарно-технического и эпидемиологического состояния природных водных источников является контроль государственными и местными соответствующими органами всех водоохранных зон каждого конкретного промышленного предприятия, а также мест возможных несанкционированных сбросов жидких и газообразных отходов от всех видов источников [1].

В рамках национальных программ «Ақбұлақ», «Жасыл Даму» за последние годы в городах и поселках области реализован ряд проектов по строительству и реконструкции объектов водоотведения, что способствует возможности сохранения стабильного экологического состояния всего региона.

Для решения задачи охраны окружающей среды – воздушного и водного бассейнов – от загрязнения большое значение имеет реализация следующих мероприятий:

- разработка и внедрение в промышленность методов очистки производственных стоков, основанных на различных физико-химических процессах;
- герметизация технологического оборудования, а также внедрение методов низкотемпературного каталитического окисления с применением легко регенерируемых, доступных и дешевых катализаторов;
- создание аппаратурно-технологических схем с максимальной механизацией и автоматизацией процессов, а также расширение производственных возможностей по проблемам сброса и удаления сточных вод;
- организация бессточных, малоотходных и безотходных производств с утилизацией твердых, жидких и газообразных промышленных отходов.

Условия спуска в природные водные источники сточных вод с примесью вредных веществ регламентируются соответствующими санитарными нормами предельно допустимых концентраций вредных веществ в поверхностных водах. При сбросе промышленных стоков в природные водные источники необходимо учитывать возможное снижение концентрации загрязнений вследствие процессов самоочищения, проходящих при биохимическом окислении, нейтрализации кислых и щелочных стоков, образовании малорастворимых продуктов, испарение летучих веществ, а также назначение природных водных источников, общее санитарное состояние района и другие условия.

Степень чистоты спускаемых сточных вод должна быть такой, чтобы они не могли оказывать отрицательного воздействия для бытового и промышленного водоснабжения, а также на разведение рыб.

Все вышеперечисленные факторы и параметры могут привести к гидрологическим угрозам, выраженным в виде временных изменений климата, что требует необходимости применения водозатратных технологий, дополнительных материальных вложений в развитие средств водорегулирования и водораспределения. Непосредственные последствия вышеприведенных гидрологических угроз выражаются в уменьшении объемов стока, изменении его режимов, ухудшении качества воды и переформировании русел рек и берегов природных водных источников. К негативным последствиям гидрологических угроз можно отнести невыполнение и срыв программ социального, экономического и технического развития региона. Кроме этого, возможно образование новых очагов развития экологической нестабильности и снижения уровня экологической безопасности населения, в том числе в той его части, которая получает воду из подземных источников, входящих в тот же бассейн, что и поверхностные воды [2].

Список литературы

1. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды РК. – Режим доступа: <http://energo.gov.kz/index.php?id=9782>.
2. Абишев И.А. Водные ресурсы Казахстана и их использование / И.А. Абишев, А.Р. Медеу, И.М. Мальковский и др. // Водное хозяйство Казахстана. - Алматы, 2016.

Получено 16.08.2017

УДК 631/635 (075.32)

С.С. Лутай, Г.А. Жаирбаева, А.Л. Воробьев, М.С. ДаниловВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**А.О. Лутай**Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,
г. Усть-Каменогорск**ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ЕЛИ СИБИРСКОЙ**

В статье приведена возможность применения фиторегуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян на примере ели сибирской. Использование стимуляторов роста повышает всхожесть семян на 90-98% выхода стандартного посадочного материала с единицы площади.

Мақалада Сібір шыршасы тұқымдарының өнгіштігін жоғарылату үшін табиғи текті өсетін фитореттеуіштерін қолдану мүмкіндігі келтірілген. Өсуді ынталандырғышты қолдану, аудан бірлігіне отырғызылғын материал тұқымдарының өнгіштігін 90-98% арттырады.

In the article the possibility of application of growth regulators of natural origin to enhance seed germination by the example of siberian spruce. The use of growth stimulants, increases the germination of seeds in 90-98% yield of standard planting material per unit area

Растительный организм – это не просто масса клеток, беспорядочно растущих и размножающихся, а также это растения, которые в морфологическом и в функциональном смысле являются высокоорганизованными формами.

Проращивание семян, характеризующихся тем или иным типом экзогенного покоя, происходит в естественных условиях большей частью неодновременно и нередко растягивается на несколько лет, образуя так называемые мертвые посевы [1]. Стимуляторы роста природного происхождения из экологически чистых элементов применяются для выведения семян, клубней, луковиц из состояния покоя и повышают процент грунтовой всхожести. Выведение семян из состояния покоя с использованием стимуляторов роста возможно только при малых концентрациях и определенным составом фитогормонов роста [2].

Современный уровень биотехнологий позволяет получить высокоэффективные, физиологически активные и экологически безопасные препараты, которые могут успешно использоваться в лесном хозяйстве при выращивании растений различных видов. Применение физиологически активных веществ-регуляторов роста в лесном хозяйстве является сравнительно новой и перспективной областью. В настоящее время в качестве регуляторов роста применяется большое количество различных химических соединений, и синтез их с каждым годом пополняется новыми препаратами. Достигнутые в последние годы успехи в области теории и практики использования регуляторов роста позволяют считать их как самостоятельное и перспективное направление в области сельского хозяйства [3].

Стимуляторы роста обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и болезням, стимулируют образование корней, рост побегов, репродуктивных органов и фитомассы. Для повышения посевных качеств семян, выхода высококачественного посадочного материала в питомниках особое значение имеют стимуляторы роста природного происхождения, которые широко применяются в сельском хозяйстве, декоративном садоводстве и пока мало в лесном хозяйстве. Экономические выгоды от использования стимуляторов роста и фитогормонов многократно превышают затраты на их приобретение [4].

В настоящее время имеется высокий спрос на посадочный материал древесно-кустарниковых пород, в том числе и хвойных, потребности в котором можно обеспечить, при-

меняя приемы искусственной репродукции. Основным способ размножения хвойных пород деревьев – семенной, но при проращивании семян наблюдается низкая всхожесть, зимостойкость сеянцев и их выживаемость.

В лесном хозяйстве основное внимание уделяется выращиванию посадочного материала хвойных пород деревьев. Всхожесть семян хвойных в питомниках часто не превышает 30-60%, причем этот процесс существенно растянут во времени, что затрудняет получение необходимого количества высококачественных сеянцев.

Исходя из актуальности проблемы, проведены исследования, направленные на изучение влияния биологически активных добавок на всхожесть семян ели сибирской [5]. В качестве исходного материала для получения ростостимулирующих препаратов использовали проростки картофеля, надземные и подземные части лопуха большого. Объектом исследования служили семена ели сибирской [6].

К фитостимуляторам или фитогормонам относятся природные и синтетические органические соединения, которые влияют на жизненные процессы растений, не оказывая в используемых концентрациях токсического действия, и не являются источником питания. Фитостимуляторы могут усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции, определяемой генотипом и наследственностью. С их помощью компенсируются недостатки сортов и гибридов, а также снимается неблагоприятное воздействие окружающей среды, что позволяет максимально реализовать потенциал продуктивности растений [7, 8].

В настоящее время в сельском хозяйстве нашли широкое применение вещества биогенного происхождения или биопрепараты. В эту группу относят препараты, полученные на основе гуминовых кислот, стероидных гликозидов, продуктов метаболизма грибов-эндифитов и др. Помимо росторегулирующей активности фиторегуляторы активно влияют на метаболизм в тканях растений, в которых синтезируются внутриклеточные соединения [9].

При разработке способа приготовления фитостимуляторов основывались на данных, полученных В.П. Филатовым, который обнаружил, что при неблагоприятных воздействиях на растения и животных в их тканях накапливаются сложные высокополимерные вещества небелковой природы, стимулирующие жизненные процессы и названные биогенными стимуляторами [10].

Фиторегулятор из проростков картофеля. Согласно патентов KZ (13) A4 (11) 26005 и KZ (13) A4 (11) 26006 «Способы получения фиторегуляторов продуктивности растений» данный препарат приготовили следующим образом: использовали проростки картофеля, которые измельчали на гомогенизаторе до размеров частиц не более 2-3 мм, помещали в рефрижератор на 10 суток при температуре 0-4 °С. Затем к измельченным проросткам добавляли дистиллированную воду в соотношении 1:10, кипятили 1 час и фильтровали через ватно-марлевый фильтр. Затем центрифугировали при 3000 об/мин 15 мин. Центрифугат представлял собой опалесцирующую жидкость темно-сероватого цвета (фиторегулятор). В целях предупреждения порчи фиторегулятора использовали 0,5% концентрацию формалина, необходимую для консервации препарата [11, 12]. Определение рабочей концентрации проводили путём разведения маточного раствора препарата (табл. 1).

Фиторегулятор из надземных частей лопуха большого. На основании патентов фиторегулятор, полученный из надземных частей лопуха большого, приготовили по следующей технологии. Сбор надземных частей лопуха большого производили в Восточно-Казахстанской области в с. Верх-Уба. Листья и стебли промывали под водопроводной водой, измельчали на гомогенизаторе до размеров частиц не более 2-3 мм, помещали в рефрижератор на 10 суток при температуре 0-4 °С. Затем к измельченным частицам добав-

ляли дистиллированную воду в соотношении 1:10, кипятили 1 час и фильтровали через ватно-марлевый фильтр. Затем центрифугировали при 3000 об/мин 15 мин. Центрифугат представлял собой опалесцирующую жидкость темного цвета (стимулятор роста). В целях предупреждения порчи фиторегулятора использовали 0,5% концентрацию формалина, необходимую для консервации препарата. Определение рабочей концентрации проводили путём разведения маточного раствора препарата по вышеописанной методике.

Таблица 1

Концентрация фиторегулятора в рабочих разведениях

№ п/п	Наименование препаратов	Концентрация фиторегулятора, %				
		1	0,1	0,01	0,001	0,0001
1	Фиторегулятор, (мл)	1	0,01	0,001	0,0001	0,00001
2	Дистиллированная вода, (мл)	99	9	9	9	9
3	Формалин, (мл)	0,5	0,05	0,005	0,0005	0,00005

Фиторегулятор из подземных частей лопуха большого. Как свидетельствуют патенты, стимулятор, полученный из подземных частей лопуха большого, приготовили по следующей технологии. Сбор подземных частей лопуха большого производили в Восточно-Казахстанской области в с. Верх-Уба. Корни лопуха промывали под водопроводной водой, измельчали на гомогенизаторе до размеров частиц не более 2-3 мм, помещали в рефрижератор на 10 суток при температуре 0-4 °С. Затем к измельченным частицам добавляли дистиллированную воду в соотношении 1:10, кипятили 1 час и фильтровали через ватно-марлевый фильтр. Затем центрифугировали при 3000 об/мин 15 мин. Центрифугат представлял собой опалесцирующую жидкость черного цвета (фиторегулятор). В целях предупреждения порчи фиторегулятора использовали 0,5% концентрацию формалина, необходимую для консервации препарата [13, 14]. Определение рабочей концентрации проводили путём разведения маточного раствора препарата по методике, описанной выше.

Изучение влияния фиторегуляторов на динамику всхожести семян проводили по следующим вариантам.

Опыт 1. Определение активности фиторегулятора из проростков картофеля.

Схемой опыта были предусмотрены следующие варианты:

Вариант 1. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в 1% растворе фиторегулятора с последующим высаживанием семян в грунт.

Вариант 2. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в 0,1% растворе с последующим высаживанием семян в грунт.

Вариант 3. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в 0,01% растворе с последующим высаживанием семян в грунт.

Вариант 4. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в 0,001% растворе с последующим высаживанием семян в грунт.

Вариант 5. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в 0,0001% растворе с последующим высаживанием семян в грунт.

Вариант 6. Контроль. 200 семян ели сибирской на сутки замачивали в дистиллированной воде с последующим высаживанием семян в грунт.

Опыт 2. Изучение активности фиторегулятора, содержащего экстракты надземных частей лопуха большого.

Схемой опыта были предусмотрены варианты, описанные выше.

Опыт 3. Изучение активности фиторегулятора, содержащего экстракты подземных частей лопуха большого.

Схемой опыта были предусмотрены варианты, описанные выше.

Проростки картофеля в среднем содержат около 76% воды и до 36% сухих веществ, в том числе около 17,5% крахмала, 0,5% сахаров (сахарофруктоза и сахароза), 2% белков, около 1% минеральных солей, микроэлементы (калий – 426 мг %, кальций – 8 мг %, магний – 17 мг %).

Надземные части лопуха большого содержат флавоноиды (сырье – 1,4%, сок – 0,7%, экстракт – 2,4%), дубильные вещества (сырье – 8,4%, сок – 15,1%, экстракт – 23,8%), полисахариды (сырье – 6,01%, сок – 0,26%, экстракт – 22,7%).

Корни содержат углеводы (инулин – 19,8%, арктозу), протеин (12,3%), алифатические альдегиды, органические кислоты, эфирное бардановое масло (до 0,17%).

Влияние фиторегулятора из проростков картофеля на всхожесть семян ели сибирской в зависимости от его концентрации и времени проращивания представлены в табл. 2, из которой видно, что обработка семян фиторегулятором из проростков картофеля различных концентраций оказала положительное влияние на период посевной всхожести семян ели сибирской.

Таблица 2

*Влияние различных концентраций фиторегулятора
на посевную всхожесть семян ели сибирской*

№ п/п	Концентрация, %	Время появления всходов, сутки													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Итого
1	1	-	-	-	-	-	-	17	23	36	58	52	2	-	188
2	0,1	-	-	-	-	-	-	38	40	40	39	33	5	-	195
3	0,01	-	-	-	-	-	-	60	53	75	10	-	-	-	198
4	0,001	-	-	-	-	-	-	13	23	35	62	56	3	-	192
5	0,0001	-	-	-	-	-	-	27	37	38	42	40	4	-	188
6	контроль	-	-	-	-	-	-	5	23	30	60	43	10	5	176

При обработке семян 0,01% раствором фиторегулятора наибольшее количество первых ростков (60) появилось на 7 сутки после посадки, а весь период появления всходов занял 10 суток. Число проросших семян равно 198. Данная концентрация является самой продуктивной для всхожести семян ели сибирской в этом опыте. В контроле период появления проростков растянулся до 12 дней, а количество всходов наблюдали в 176 случаях.

Процент всхожести семян при обработке раствором 0,01% концентрации равен 98%, а в контроле – 88%.

При обработке семян фиторегулятором, содержащим экстракты надземных частей лопуха большого в различных концентрациях увеличилась всхожесть семян ели сибирской по сравнению с контрольными растениями (табл. 3). Из данных табл. 3 видно, что при обработке семян 0,01% раствором фиторегулятора наибольшее количество первых ростков (56) появилось на 7 сутки после посадки, а все время появления всходов заняло 10 суток. Число проросших семян равно 196. Данная концентрация является самой эффективной для активации всхожести семян ели сибирской. В контроле период появления проростков растянулся до 13 дней, а количество всходов выявили в 176 случаях.

Процент всхожести семян при обработке раствором 0,01% концентрации равен 97%, а в контроле – 88%.

Таблица 3

Влияние различных концентраций фиторегулятора, содержащего экстракты надземных частей лопуха большого, на всхожесть семян ели сибирской

№ п/п	Концентрация, %	Время появления всходов, сутки													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Итого
1	1	-	-	-	-	-	-	16	26	34	58	50	3	-	187
2	0,1	-	-	-	-	-	-	37	39	35	45	33	4	-	193
3	0,01	-	-	-	-	-	-	56	44	86	10	-	-	-	196
4	0,001	-	-	-	-	-	-	36	40	36	46	31	2	-	191
5	0,0001	-	-	-	-	-	-	34	38	39	40	35	2	-	188
6	контроль	-	-	-	-	-	-	5	22	32	60	44	13	-	176

Действие различных концентраций фиторегулятора, содержащего экстракты подземных частей лопуха большого, на всхожесть семян ели сибирской представлены в табл. 4., из которой видно, что обработка семян фиторегулятором, содержащего экстракты подземных частей лопуха большого различных концентраций, оказала положительное влияние на период посевной всхожести семян ели сибирской.

Таблица 4

Влияние различных концентраций фиторегулятора, содержащего экстракты подземных частей лопуха большого, на всхожесть семян ели сибирской

№ п/п	Концентрация, %	Время появления всходов, сутки													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Итого
1	1	-	-	-	-	-	-	18	26	35	55	52	4	-	190
2	0,1	-	-	-	-	-	-	33	44	41	36	38	3	-	195
3	0,01	-	-	-	-	-	-	62	61	75	-	-	-	-	198
4	0,001	-	-	-	-	-	-	13	23	35	58	57	6	-	192
5	0,0001	-	-	-	-	-	-	23	37	37	43	45	5	-	190
6	контроль	-	-	-	-	-	-	5	19	34	57	44	17	-	176

При обработке семян 0,01% раствором фиторегулятора наибольшее количество первых ростков (62) появилось на 7 сутки после посадки, а весь период появления всходов занял 9 суток. Число проросших семян равно 198. Данная концентрация является самой продуктивной для всхожести семян ели сибирской в этом опыте. В контроле период появления проростков растянулся до 12 дней, а количество всходов наблюдали в 176 случаях. Процент всхожести семян при обработке раствором 0,01% концентрации равен 98%, а в контроле – 88%.

В результате проведенных опытов нами были разработаны, подобраны составы и определены оптимальные концентрации фиторегуляторов роста природного происхождения для выращивания ели сибирской. В опытах с фиторегуляторами из проростков картофеля, экстрактов из наземных и подземных частей лопуха большого самой продуктивной является концентрация 0,01% активнорастущего вещества.

Фиторегуляторы влияют на рост растений и деревьев, которые в свою очередь оказывают положительное действие на нашу экологию, восстановление лесных ресурсов и озеленение населенных мест.

Можно рекомендовать сеять семена ели сибирской, обработанные фиторегуляторами с концентрацией 0,01 % активноедействующего вещества.

Список литературы

1. Николаева М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
2. Коф Ж.М. Регуляторы роста природного типа и отдельные фазы онтогенеза / Ж.М. Коф, Т.А. Борисова, Х.А. Асоченкова // Итоги науки и техники, 1998. – 150 с.
3. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. - 2004. - № 1. - С. 24-26.
4. Никольский М.А. Роль регуляторов роста растений в повышении эффективности производства привитых виноградных саженцев / М.А. Никольский, М.И. Панкин // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2013. - № 24(06). – С. 3-6.
5. Хамитов Р.С. Влияние стимуляторов на рост сеянцев кедр сибирского // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. – [издание, индексируемое web of science, scopus]. 2013 - Вып. № 5 (43). – С. 7-9.
6. Калиева Л.Е. Фитогормоны - ингибиторы роста и развития / Л.Е. Калиева, С.С. Лутай // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы и технологии в современном мире», Уфа, 29-30 нояб. 2013. – С. 116-118.
7. Лутай С.С. Прогрессивная технология получения фиторегулятора растений на основе проростков картофеля / С.С. Лутай, А.О. Лутай, Л.Е. Калиева и др. // Материалы Междунар. молодежной науч.-техн. конф., посвящ. 50-летию механико-технологического факультета ЮГЗУ, Курск, 25-26 сент. 2014. - 2014. – Т. I. – С. 348-353.
8. Лутай С.С. Инновационная биотехнология получения ростостимулирующего препарата на основе хвои ели сибирской / С.С. Лутай, Б.К. Алипина, М.А. Асылхан // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Менеджмент качества: поиск и решения», Павлодар, 01 нояб. 2013. – С. 372-379.
9. Лутай С.С. Применение современных методик повышения всхожести семян ели / С.С. Лутай, К.Б. Алипина // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Менеджмент качества: поиск и решения», Павлодар, 01 нояб. 2013. – С. 379-386.
10. Асылхан М.А. Ауксины – гормоны роста и развития растений / М.А. Асылхан, С.С. Лутай // Материалы XIII Респуб. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». – Усть-Каменогорск, 2013. – С 13-14.
11. Иннов. пат. KZ (13) A4 (11) 26005.
12. Иннов. пат. KZ (13) A4 (11) 26006.
13. Калиева Л.Е. Использование подземных частей лопуха большого для производства стимулятора роста / Л.Е. Калиева, С.С. Лутай // Материалы XIV Респуб. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». – Усть-Каменогорск, 2014. – С. 65-66.
14. Асылхан М.А. Повышение всхожести семян ели сибирской под действием стимулятора роста природного происхождения / М.А. Асылхан, С.С. Лутай // Материалы XIV Респуб. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». – Усть-Каменогорск, 2014. – С 19-20.
15. Лутай С.С. Development of modern ways of increase of germination, dynamics of growth and progress of landscape gardening cultures / С.С. Лутай, К.Б. Алипина, Л.Е. Калиева и др. // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Зеленая экономика – будущее человечества», Усть-Каменогорск, 24, 25 мая. - 2014. – Ч. III. – С. 105-119.

Получено 16.08.2017

УДК 911.2:572 (282.255.474)

Ж.О. Озгелдинова, К.М. Джаналеева

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Ж.Т. Мукаев

Государственный университет им. Шакарима, г. Семей

СОВРЕМЕННАЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ

В работе представлены результаты анализа современной территориальной структуры природопользования геосистем бассейна реки Сарысу. Рассмотрены методические вопросы и результаты классификации антропогенной деятельности. Выполнена карта современной территориальной структуры природопользования бассейна реки Сарысу в масштабе 1:500 000. Приведен фрагмент карты геосистем.

Сарысу өзені алабының геожүйелеріндегі табиғатты пайдаланудағы аумақтық құрылымының талдау нәтижелері келтірілген. Антропогендік әрекетті жіктеу нәтижелері мен әдістемелік мәселелері қарастырылған. 1:500 000 масштабындағы Сарысу өзені алабының қазіргі аумақтық табиғатты пайдалану құрылымының картасы жасалған. Геожүйелер картасының фрагменті келтірілген.

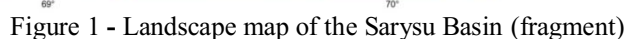
This work presents the analysis results of the current territorial structure of nature management of Sarysu Basin geosystems. The methodological issues and the results of the human activities classification are considered. The modern map of the territorial structure of nature management of Sarysu Basin is made on a scale of 1: 500 000. There is a fragment of geosystems map.

Формирование антропогенной трансформации геосистем обусловлено развитием территории, особенностью исторического хозяйственного освоения и уровнем современного природопользования. К началу XX в. значительные площади естественных геосистем исследуемого бассейна преобразованы производственной деятельностью человека.

В нашей работе для анализа современного природопользования операционной единицей исследования выступает ландшафт. За основу взята ранее выполненная нами средне-масштабная (1:500 000) ландшафтная карта бассейна реки Сарысу (рис. 1, табл. 1), где выделено 58 индивидуальных ландшафтов, которые в результате их типологической группировки, а затем структурно-генетической классификации, упорядочены в иерархическую систематику: классы (равнинных и горных ландшафтов), типы (полупустынных и пустынных ландшафтов), подтипы (северопустынных, южнопустынных ландшафтов).

По результатам ретроспективного анализа современного природопользования нами составлена карта территориальной структуры природопользования бассейна реки Сарысу (рис. 2). Согласно классификации антропогенной деятельности С.П. Горшкова [1], территория бассейна реки Сарысу испытывает следующие виды антропогенной деятельности (табл. 2):

Добыча полезных ископаемых. Хозяйственное освоение региона в первую очередь связано с разработкой полезных ископаемых и их последующей переработкой, которые позволяют развивать в районе не только металлургическую и топливную, но также химическую и строительную индустрию. Большая часть полезных ископаемых региона связана с палеозойскими интрузиями и эффузивами. В пределах бассейна создана минерально-сырьевая база по добыче железомарганцевых (Атасуйская группа – Каражал, Ушкатын, Большой Кытай – геосистемы 1, 7, 12), молибденово-вольфрамовых (Шалгия, Верхне-Кайракты, Коктенколь – геосистемы 7, 16, 57), медных (Жезказган – геосистема 49) и др. руд.



Keywords to fragment of Sarysu Basin's landscape map (№ by map figure 1)

№	The name of landscapes
	Plain landscapes
I	Semidesertic
1	<i>Denudation plains</i>
	7 – Увалисто-грядовая равнина с руслами временных водотоков, сложенная эффузионно-осадочными породами, с сублессингиановопольнно-типчаковой и кыргызско-ковыльной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах.
	9 – Увалисто-волнистая равнина с руслами временных водотоков, сложенная эффузионно-осадочными породами, с полынно-ковылковой растительностью на светло-каштановых малоразвитых почвах.
	11 – Холмистая равнина с гривами, чередующимися с руслами временных водотоков, сложенная гранитами, доломитами, песчаниками, с сублессингиановопольнно-тырсовой растительностью на светло-каштановых малоразвитых почвах.
	12 – Холмисто-увалистая равнина с руслами временных водотоков, сложенная суглинками, гравийно-галечниками, с однолетне-солянковой, местами сарсазановой, в комплексе грудницево-типчаковой растительностью на светло-каштановых нормальных почвах с солонцами.
	14 – Холмисто-волнистая цокольная равнина с руслами временных водотоков, сложенная эффузивно-осадочными породами, с тонковато-полынно-тырсовой растительностью на светло-каштановых нормальных почвах с солонцами.
	15 – Всклохмленная равнина с грядами, сложенная эффузионно-осадочными породами, с кустарниково-петрофитно-разнотравной и кустарниково-дерновинно-злаковой растительностью на светло-каштановых малоразвитых почвах.
	17 – Слабохолмистая равнина с руслами временных водотоков, сложенная суглинками, глинами, песками, с однолетнесолянковой, местами грудницево-типчаковой, нитрозовопольнно-типчаковой растительностью и лугами на бурых пустынных малоразвитых щебнистых почвах.
	19 – Пологоволнистая равнина с фрагментами каолининовой коры выветривания, сложенная сланцами, гнейсами, эффузивами, с кустарниково-петрофитно-разнотравной и кустарниково-дерновинно-злаковой растительностью на светло-каштановых солонцеватых почвах с участием солонцов.

2	Aggraded plains 26 – Озерно-аллювиальная плоская равнина, сложенная гравийно-галечниками, супесями, с сублессингиановопольнно-тырсовой растительностью на светло-каштановых почвах с солонцами. 27 – Diluvial-proluvial slightly inclined plain with riverbeds temporary streams which formed by volcanic-sedimentary rocks with artemesia-stipa flora on light-brown normal soils.
II	Desert
6	Southern Desert
2	Aggraded plains 54 – Эоловая бугристо-грядовая равнина с увалами, сложенная гнейсами, сланцами, песчаниками, с однолетнесолянковой, местами грудницево-типчаковой, нитрозовопольнно-типчаковой растительностью и лугами на бурых пустынных почвах с солонцами.
	Горные ландшафты
I	Semidesertic
1	Горы тектонически-денудационные 55 – Низкогорье островное, грядовое, сложенное гнейсами, сланцами, песчаниками, с овсянищевой, кустарниково-сублессингиановопольнно-дерновинно-злаковой и петрофитно-разнотравной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах.

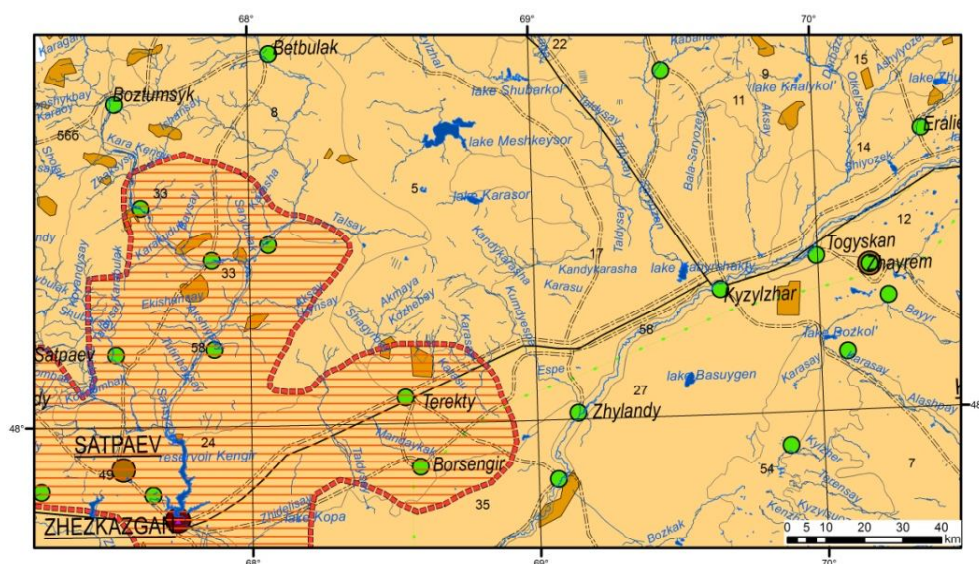


Рисунок 2 - Карта современной территориальной структуры природопользования бассейна реки Сарысу (фрагмент)

В районе нижнего течения бассейна в Сузакском районе Южно-Казахстанской области разрабатывается крупное урановое месторождение Казахстана Инкай (геосистема 38).

Имеются месторождения каменного угля Шубарколь (геосистема 22), площадь которого 70 км². Угли не спекаются, являются высококачественным энергетическим топливом. По состоянию на 2015 г. на месторождении 1,419 миллиарда тонн измеренных и разведанных запасов угля приходятся на действующие разрезы Центральный и Западный. Открытым способом ведётся добыча угля на угольном разрезе Жалын (геосистема 17). Общая площадь месторождения составляет 2,5 км². Уголь, добываемый на разрезе, обладает низкой зольностью и низким содержанием серы, средней обогащаемостью и высокой теплотворностью.

Значительные объемы изъятых из недр пород при подземных горных работах приводят к неустойчивому состоянию вышележащих толщ, к прогибанию поверхности участков земли, проявлению трещин в земной коре. Особенно это проявляется в поселке Жезказган в 9 км на юга-запад от г. Сатпаев (геосистема 49), в других районах отмечаются обязанные этим процессам провалы грунта, деформации многих зданий, часть из которых разрушилась.

Таблица 2

Современная территориальная структура природопользования бассейна реки Сарысу (сокращенный фрагмент базы данных ландшафтов № 27, 57 из 58)

№ геосистемы по карте (рис. 1)		Основной вид современной антропогенной деятельности (классификация согласно С.П. Горшкову 1)		Преобладающие физико-географические процессы
27	Увалисто-грядовая равнина, сложенная эффузионно-осадочными породами, с типчаковой и кыргызско-ковыльной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах	Урбано-промышленная: предприятия промышленности - металлообработки, пищевой промышленности, транспорт	Г. Каражал, промышленность представлена горнодобывающими предприятиями: ТОО «Оркен» (дочерняя компания АО «АрселорМиттал Темиртау») - добыча железомарганцевой руды Каражалского месторождения Атасуйского рудного района (шахта «Западный Каражал»); АО «Жайремский ГОК» (ТОО «Казцинк»); Каражалская ТЭЦ.	Комплексная денудация, плоскостной смыв, линейная эрозия
57	Увалисто-холмистая равнина, сложенная эффузивно-осадочными породами, с кальцефитно-разнотравно-полынно-тырсовой растительностью на бурых мало-развитых щебнистых почвах	Добыча полезных ископаемых	Верхнекайрактинское месторождение вольфрамовых руд расположено в Шетском районе. Оно приурочено к Успенской зоне разлома, имеющей северо-восточное простирание. Площадь месторождения сложена смятыми в складки песчаниками и сланцами силура.	Дефляция, плоскостной смыв, линейная эрозия

В целом в генезисе геосистем, сформированных вследствие горнодобывающей деятельности, образуются несколько потоков минерального и биогенного вещества: наземный, где преобладают минеральная (оползни, осыпи, эрозия, дефляция) и биогенная (поселение животных) миграции, воздушный (занос семян растений и др.) и техногенный, связанный с рекультивацией.

Урбано-промышленное. В населенных пунктах сосредоточены основные промышленные объекты, значительная часть автотранспорта, а в результате застройки территории геосистемы подвергаются коренной трансформации. Основной отраслью, определяющей рыночную специализацию в пределах территории бассейна реки Сарысу, является металлургический комплекс. Промышленные предприятия сконцентрированы в

городах Жезказган, Сатпаев и Каражал (геосистемы 7, 49). Цветная металлургия представлена Жезказганским промышленным узлом, охватывающим все стадии технологических процессов, от добычи и обогащения сырья до получения готовой продукции в виде цветных металлов и их сплавов, и включающим в себя горно-металлургический комбинат, медеплавильный завод, обогатительные фабрики, литейно-механический завод, шахты, основная продукция которых катодная медь, серебро аффинированное, золото аффинированное, цинковый концентрат, свинцовая пыль, серная кислота, соли редких металлов. Таковыми предприятиями региона являются ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» и РГП «Жезказганредмет». С июля 1997 года на базе АО «Жезказганцветмет» создано ОАО «Корпорация Казахмыс», организованное Южно-Корейской фирмой «Самсунг», которое входит в десятку ведущих международных компаний мира.

Черная металлургия региона представлена горно-обогатительным комбинатом АО «Жайремский ГОК», который является основным производителем и экспортером марганцевых и баритовых концентратов в Республике Казахстан. В месторождениях, находящихся в зоне ГОК, сосредоточено около 50% запасов свинца, 30% цинка и 70% барита от всего объема запасов по республике. Основные потребители продукции: «Миттал стил Темиртау», «Аксуский завод ферросплавов» и нефтеперерабатывающие (барит) предприятия Казахстана.

Основную металлургическую промышленность городов бассейна дополняют предприятия легкой и пищевой промышленности, работающие как на местном, так и на привозном сырье, и производящие продукцию для удовлетворения, главным образом, местных нужд. Энергетическую основу всей промышленности в Жезказганской городской агломерации составляет мощная тепловая электростанция, также в городе созданы предприятия строительной промышленности, работают трикотажная и швейная фабрики, мясокомбинат. Увеличиваются объемы производства и переработки сельхозпродукции.

Населенные пункты бассейна содержат в себе более разнообразные факторы антропогенного воздействия. Строительство зданий и сооружений связано с большими земляными работами. Значительная часть таких селитебных систем покрыта асфальтобетоном, в них сформированы антропогенные фитосистемы. Увеличение численности населения на территории, а соответственно, площади и количества селитебных участков, способствовало трансформации естественных ландшафтов. В таких системах полностью трансформированы почва, гидрология, флора и фауна, в атмосфере большое количество загрязняющих веществ и твердых частиц. По содержанию вредных веществ в почве, воде и воздухе в таких геосистемах наблюдаются существенные превышения.

Эксплуатация рудников привела к образованию своеобразного горно-нарушенного рельефа: открытые горные выработки (канавы, карьеры, ямы, выемки), подземные сооружения (штольни, шахты и др.), отвалы горных пород. Результатом этого является вынос тяжелых металлов поверхностными водами из отвалов и загрязнение ими почвенных горизонтов, накопление отходов заводского производства. Некоторые изменения рельефа обусловлены хвостохранилищами обогатительных фабрик. Образование хвостохранилищ сопровождается повышением уровня грунтовых вод, загрязнением их тяжелыми металлами, подтоплением застроенных площадей.

Сельскохозяйственное. Природные условия территории бассейна для развития сельского хозяйства, особенно земледелия, менее благоприятны. Территория бассейна реки Сарысу размещается в пределах двух природно-сельскохозяйственных зон, которые в основном и определяют специализацию сельскохозяйственного производства в этом районе:

– полупустынная животноводческо-земледельческая с развитым мясо-молочным скотоводством;

– пустынная животноводческая (овцеводческая) с земледелием подсобного значения.

Быстрый рост сельскохозяйственного производства, особенно в связи с освоением целинных и залежных земель, способствовал развитию производственных сил. Удельный вес сельского хозяйства в производстве территории бассейна сравнительно невысок. В сельском хозяйстве главная роль принадлежит пастбищному животноводству. Земледелие развито преимущественно в северных районах.

Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 83,94% (в том числе пашня 1,18%, сенокосы 0,45%, пастбища 81,66%) от общего земельного фонда. Таким образом, доминирующее положение в составе сельхозугодий занимают пастбища, на втором месте стоит пашня и на третьем – естественные сенокосы. В пределах бассейна поймы развиты слабо и особого практического значения не имеют [2].

Воздействие сельскохозяйственных факторов повлияло на ускорение процессов эрозии и дефляции. Усилению эрозии способствовала (геосистемы 19, 26) распашка. Уничтожение естественной растительности и формирование полевых ландшафтов, особенно в засушливых районах, способствовало усилению дефляции. В связи с этими процессами повышается антропогенное содержание пыли в атмосфере. Основные районы земель, подверженных дефляции, распространены в северной части бассейна. Сильные изменения в почвах произошли под действием ирригации. Устойчивые пути выпаса и перегона скота нарушают склоновые процессы, активизируя осыпи и обвалы, создавая тропинчатость и сползание покрова, перевыпас отражается даже на плоских выровненных водоразделах.

Коммуникационно-транспортная (вне города). Значительные изменения в структуре геосистемы связаны с сооружением автомобильных и железных дорог, строительством трубопроводов и линий электропередач (ЛЭП). При этом возникают характерные линейно-ленточные искусственные формы транспортно-промышленного рельефа.

Территория бассейна реки Сарысу занимает транзитно-промежуточное положение по отношению к более крупным грузам и пассажирообразующим центрам, магистралям и потокам, т.е. имеет транзитно-экономико-географическое положение между экономическими районами Казахстана. Транспортный комплекс включает в себя автомобильный, железнодорожный, авиационный и трубопроводный транспорт. По территории региона проходит автомобильная трасса республиканского значения Кокшетау-Кызылорда, также регион имеет выход к трансказахстанскому железнодорожному коридору.

Запуск в эксплуатацию нефтепровода Атасу-Алашанькоу стал одним из важнейших событий 2006 года. Общая длина нефтепровода Атасу (Казахстан) - Алашанькоу (Китай) 962,2 км, диаметром 813 мм. Пропускная способность нефтепровода составляет 20 млн т/год. По нефтепроводу Кумколь-Атасу-Алашанькоу в Китай транспортируется нефть месторождения Кумколь Кызылординской области Казахстана.

Регион располагается на стратегическом маршруте республиканского и международного значения, общая протяженность железных дорог открытых в 2014 г. Жезказган-Бейнеу и Аркалык-Шубарколь составляет более 1200 км. Ввод магистрали Жезказган-Бейнеу обеспечивает формирование кратчайшего железнодорожного направления из Центрального Казахстана в порт Актау до границы с Туркменистаном и в страны Персидского залива. Железнодорожная линия Аркалык-Шубарколь обеспечивает выход из центра Казахстана в Россию и далее в западноевропейские страны.

Строительство любой дороги сразу изменяет в худшую сторону существующую экологическую обстановку вследствие сооружения крупных выемок и насыпей. Появление

этих объектов нарушает условия местного стока, на склонах усиливаются эрозионные процессы, создается угроза разрушения прилегающих земель, нарушаются естественные пути передвижения диких животных и пр. Кроме прямого негативного воздействия на природную среду, связанного со строительством дорог, транспорт оказывает еще целый ряд непрямых отрицательных воздействий. Прежде всего, это выбросы вредных веществ в атмосферу и связанное с этим загрязнение почвы придорожной зоны (в первую очередь тяжелыми металлами и углеводородами), шумовое загрязнение, непосредственное загрязнение (изъятие) территории транспортными сооружениями и влияние линейных сооружений транспортной сети на природные объекты, загрязнение среды при потере транспортируемых грузов и, наконец, аварийные ситуации.

Анализируя транспортные геосистемы, можно выделить следующие виды воздействия: перенос, загрязнение грунта (почвы); преобразование рельефа (карьеры, выемки, котловины); загрязнение и нарушение дренажа поверхностных и грунтовых вод (антропогенные озера, пруды, заболачивание); изъятие земель; воздействие на растительный мир (вырубка леса и сведение травянистой растительности); воздействие на животный мир (уничтожение мест жительства животных, разрушение путей их миграции); загрязнение атмосферы; шумовое воздействие и вибрация; химическое загрязнение; электромагнитное воздействие.

Водохозяйственная. Развитие отраслей экономики в бассейне и рациональное использование природных ресурсов территории находится в прямой зависимости от имеющихся в бассейне водных ресурсов. Основными водопотребителями в бассейне являются: промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, представленное сельскохозяйственным водопотреблением, обводнением пастбищ и орошаемым земледелием.

Анализ существующего использования водных ресурсов и их потребления за последние 10 лет указывает на значительное сокращение водопотребления как питьевого, так и технического. Это обусловлено довольно значительным сокращением численности населения, резким спадом промышленного и сельскохозяйственного производства, остановкой и ликвидацией предприятий. Одной из основных причин резкого уменьшения забора воды является сокращения использования площадей регулярного и лиманного орошения.

Оценка водных ресурсов Сарысу затруднена в связи со слабой гидрологической изученностью рек бассейна и ввиду происходящих изменений в стоке в связи с климатическими тенденциями и влиянием хозяйственной деятельности на сток. Согласно исследованиям Р.И. Гальперина, М.М. Молдахметова [3], Ж.Д. Достай [4] и И.М. Мальковского [5], основные потери вод бассейна реки Сарысу связаны с климатическими изменениями и хозяйственной деятельностью человека.

В настоящее время фактически общепризнано изменение климата в сторону его потепления, что связывают с увеличением концентрации в атмосфере парниковых газов. Потепление на земном шаре происходит неравномерно: если в высоких широтах оно существенно, то в низких изменения обычно незначительны. Следовательно, при потеплении уменьшаются меридиональные температурные контрасты, ослабляется циркуляция атмосферы. В итоге, внутриконтинентальные районы оказываются менее доступны влагоносным воздушным массам, сформированным над океаном, увлажненность этих районов снижается, а следовательно и речной сток.

Другой источник уменьшения речного стока – хозяйственная деятельность. Суммарные безвозвратные потери реки Сарысу обусловлены влиянием малых искусственных водоемов, поскольку крупных водохранилищ здесь нет, а площади распаханых земель невелики. Пруды и малые водохранилища сооружаются здесь для орошения сельскохозяйственных полей, обводнения пастбищ, водоснабжения. Они дают возможность задержи-

вать талый сток и использовать его в меженный период. В итоге влияние прудов и водохранилищ на сток рек проявляется по-разному. Годовой и весенний сток понижается, что связано с заполнением емкостей водоемов, дополнительным испарением и хозяйственным использованием воды. При этом в зоне недостаточного увлажнения пруды не производят глубокого регулирования стока. Происходит лишь снижение весеннего стока на объем их наполнения без соответствующего увеличения стока и межень. В результате водохранилища и пруды существенно срезают волну половодья в маловодные годы.

На притоках реки Сарысу имеются 11 водохранилищ с суммарной полезной емкостью 472 млн м³ и несколько небольших прудов с емкостью менее одного млн м³ каждое.

Таким образом, оба эти фактора – климатический и антропогенный – на рассматриваемой территории «работают» в сторону уменьшения водных ресурсов. По мере увеличения обеспеченности стока усиливается влияние хозяйственной деятельности на годовой сток, а влияние климатических факторов становится второстепенным. Но если верна теория потепления климата в связи с увеличением концентрации CO₂ в атмосфере, вызванной хозяйственной деятельностью, то следует ожидать дальнейшего сокращения стока.

В результате создания антропогенных водных объектов произошли изменения в структуре геосистем. Прежде всего, это засоление грунтов и подтопление территорий. Значительными последствиями антропогенного воздействия является подтопления территории. Происходит подъем грунтовых вод и нарушение естественного стока поверхностных вод. Также возникает структурное ухудшение почв, изменение ее физических и химических свойств. *Загрязненные водоемы* формируются в основном за счет стоков городов (до 90%), а также стоков сельскохозяйственных угодий и промышленных объектов. В реке Каракенгир ниже по течению городов Жезказган и Сатпаев наблюдается многократное превышение ПДК по многим загрязняющим веществам и сильное биогенное загрязнение.

Военное. Влияние данного вида осуществляется как в ходе войн, так и в мирное время (учения, повседневное функционирование войск, производство или уничтожение оружия, техники и боеприпасов и т.д.). 14% территорий бассейна занимает созданный в 1956 г. первый и единственный в Евразии полигон для разработки и испытаний противоракетного оружия – Сары-Шаган. На территории полигона испытаны все советские противоракетные системы, предназначенные для построения стратегической противоракетной обороны от межконтинентальных баллистических ракет. Значительны выбросы в атмосферу, обусловленные неизбежными пожарами, а также выбросами пыли, газов, ядовитых химических веществ при разрушении хранилищ промышленных предприятий. Влияние на биоту обусловлено разнообразными факторами, к примеру, прямое уничтожение растительности в результате пожаров. Военная деятельность приводит к ухудшению условий обитания растений и животных.

Все разнообразие использования оружия и подготовка его использования различается в соответствии с типом поражающих элементов. К основным факторам воздействия военного воздействия относятся: пробивные элементы (пули, снаряды); ударная волна; термальное воздействие; химическое воздействие; микробиологическое воздействие; радиоактивные вещества; ядерное (ударная волна, тепловое излучение, ионизирующая радиация, радиоактивное загрязнение); сооружение объектов военного назначения; использование технических средств.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что ключевыми факторами антропогенной модификации геосистем являются промышленная и сельскохозяйственная деятельность человека: добыча полезных ископаемых, гидростроительство, земледелие, выпас скота, военная, а также расширение селитебных территорий и транспортное строительство.

Анализ современной территориальной структуры природопользования геосистем бассейна реки Сарысу не является конечным результатом наших исследований. Сведения, полученные при анализе структуры природопользования, будут интерпретированы с позиций прикладной географии для разработки оптимальной структуры природопользования с учетом показателей степени антропогенной нагрузки на геосистемы, устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям и прогнозируемых тенденций динамики геосистем в условиях антропогенных воздействий.

Список литературы

1. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недра, 1982. – 286 с.
2. Использование водных ресурсов, водные и водохозяйственные мероприятия // В кн.: Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сарысу с притоками / Комитет по водным ресурсам РК. – Алматы, 2006. – Т. III, кн. 3. – 125 с.
3. Гальперин Р.И. Материалы по гидрографии Казахстана / Р.И. Гальперин, М.М. Молдахметов. – Алматы, 2003. – 83 с.
4. Достай Ж.Д. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 т. – Алматы, 2011. – Т. 2. – 306 с.
5. Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность // В кн.: Меjbассейновые и трансграничные переброски речного стока: состояние и перспективы / под науч. ред. И.М. Мальковского. – Алматы, 2011. – 414 с.

Получено 16.08.2017

по страницам



АВТОМОБИЛЬ НА ТРЯПКАХ

Тонну старого тряпья, например изношенной или вышедшей из моды одежды, можно посредством процесса, разработанного в Японии, превратить в 700 литров горючего для автомобиля. Хлопчатобумажные, льняные и другие ткани на основе растительных волокон состоят главным образом из целлюлозы. А молекула целлюлозы представляет собой цепочку из множества молекул сахара – глюкозы. Глюкоза сбраживается в этиловый спирт, который заливается в бак автомобиля. Фирма разместила в 2100 торговых центрах Японии ящики для сбора ненужной одежды. На острове Кюсю заработал завод, за год усваивающий 2000 тонн тряпок. Сейчас японцы работают над методом переработки в горючее и отходов из синтетических тканей.

«Наука и жизнь» № 10, 2017