



УДК 551.4(474)

Джаналеева К.М., Озгелдинова Ж.О., Кондратенко М.Г.

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

**ГЕОМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ**

В последние годы в физической географии распространена идея геосистемно-бассейнового подхода. Концепция геосистемного подхода разработана в трудах В.Н. Солнцева [1], В.Б. Сочава [2], К.М. Джаналеевой [3] и др. Бассейновый 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.

Основополагающими факторами, определяющими обособление одной геосистемы от других, их структурную и функциональную специфику, принято считать геоматические компоненты, совокупность абиотических процессов в геосистеме (геоморфологических, геологических, тектонических, гидроклиматических и т.п.). Так, например, поведение местных воздушных масс, из которых складывается погода и в конечном счете климат, будет протекать строго согласно с изменениями свойств литогенной основы. То же самое относится и к водным массам как наземным: места их скопления на поверхности целиком определяются формами рельефа, так и подземным – наличием водоносных пластов. Следовательно, литологический состав горных пород, характер их залегания и глубина водупоров являются существенными факторами формирования стока, влияющими на его величину и распределение во времени. Геоматические процессы оказывают существенное влияние на форму долин и продольного профиля реки, на состав речного аллювия и на устойчивость русла. Таким образом, очевидно, что все геоматические компоненты взаимосвязаны и изменяются в пространственно-временном отношении.

При изучении бассейна реки Сарысу нами выделено три подгеосистемы: Верхне-Сарысуйская, Средне-Сарысуйская и Нижне-Сарысуйская, развитие которых приурочены к стоку реки внутри бассейна, где доминируют пространственно-временные связи русло-образующих процессов от истока к устью (рис. 1).

Современный рельеф бассейна реки Сарысу выработан в условиях аридного климата процессами выветривания и дефляции, плоскостного смыва и суффозии, эрозии и денудации складчатого цоколя. Недостаточное атмосферное увлажнение, высокая испаряемость, широкое распространение скалистых трещиноватых, а местами и закарстованных горных пород ведет соответственно к активной плоскостной денудации и интенсивному смыву рыхлых образований с формированием разнообразных малых эрозионных форм (рытвин, оврагов, саев и др.).

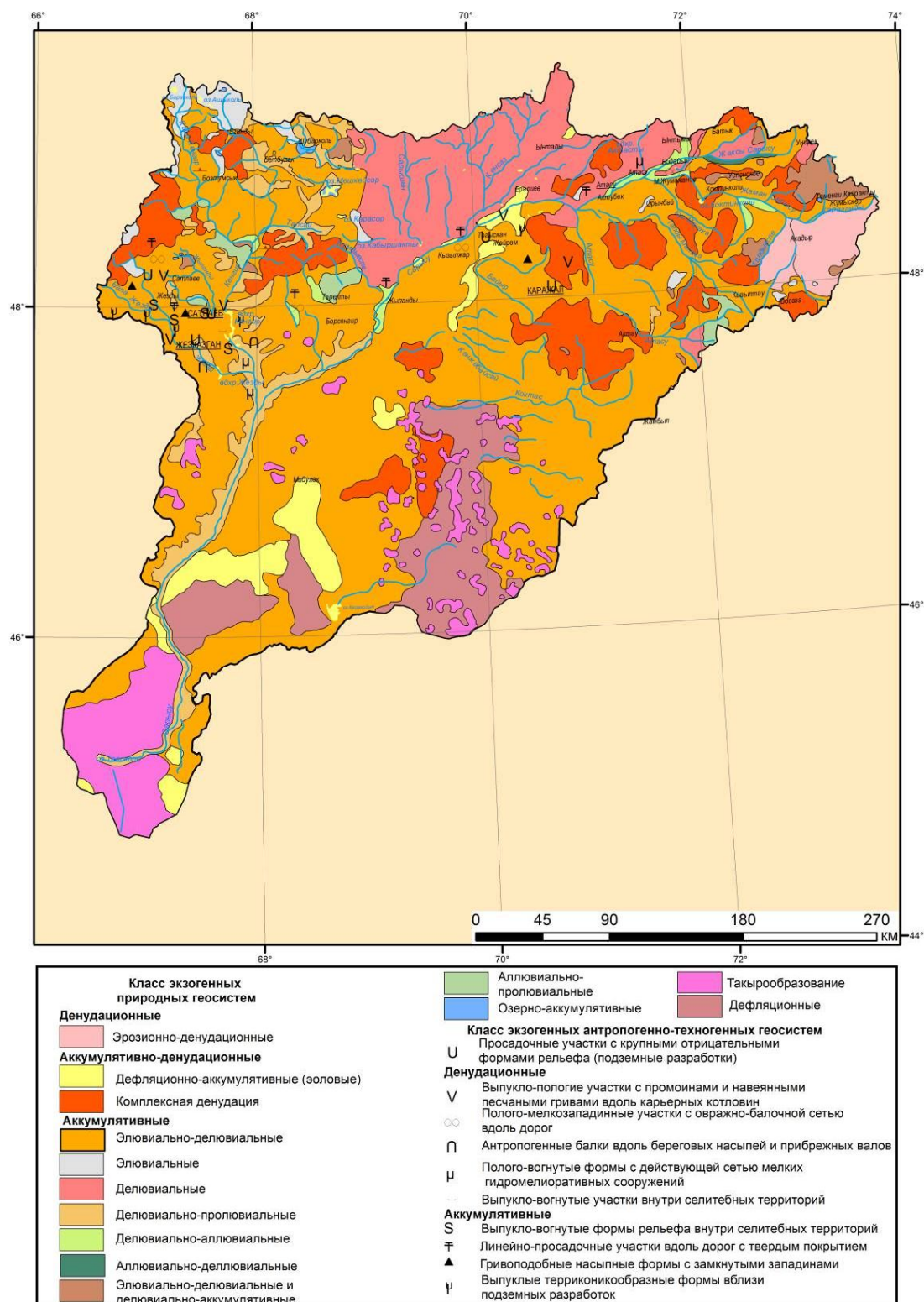


Рисунок 1 – Карта экзодинамических процессов геосистем бассейна Сарысу

На территории бассейна реки Сарысу, с учетом палеогеографических и геологических особенностей, можно выделить пять основных типов рельефа: низкогорья, мелкосопочник, денудационная равнина, пластовая или денудационно-аккумулятивная равнина, древние и современные речные долины. Среди названных типов преобладают холмистый, холмисто-увалистый, холмисто-грядовый рельеф, получивший название мелкосопочника, отражающий топонимическое название региона.

Истоки реки Сарысу на востоке находятся в горах Бугулы (высшая точка - г. Буркитти, 1 184 м), Космурын, Ортау (1 068 м) и др. Верховья бассейна реки Сарысу находятся в центральных приподнятых территориях Казахского мелкосопочника. Изучением геологического строения и рельефа Казахского мелкосопочника занимались: Касин К.Г. [4], Герасимов И.П. [5], Медоев Г.Ц. [6], Борсук Б.И. [7], Сваричевская З.А. [8], Беспалов В.Ф. [9] и др. В этих трудах охарактеризована не только стратиграфия и тектоника региона, но также выявлены морфоструктуры и проанализирована новейшая тектоника, в тесной связи с которой находятся основные черты современного рельефа.

Казахский мелкосопочник приурочен к Казахскому эпигерцинскому щиту и характеризуется равнинно-горносопочным рельефом. Поверхность мелкосопочника характеризуется ярусным строением, причем ярусы - различного геологического возраста. Повышенные формы рельефа сложены преимущественно кристаллическими породами допалеозойского и палеозойского возраста. Изученная нами территория является остатком большой горной страны, разрушенной временем и процессами денудации и эрозии, частично погребенной под рыхлыми отложениями. Внешний облик мелкосопочного 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 (порфиритами, туфами, диабазам). Холмисто-грядовый мелкосопочник преобладает в областях дислоцированных пород палеозоя (песчаников, сланцев, известняков). В районах гранитных интрузий вершины сопок сложены округлыми матрацевидными формами мезорельефа.

Этап неотектонических движений в пределах Казахского щита связывается всеми исследователями с формированием современного рельефа. Большинство из них началом неотектонического этапа считает конец верхнего олигоцена – начало миоцена, то есть время завершения каолинитового корообразования на древнем пенеплене. З.А. Сваричевская (1965) прямо связывает неотектонические движения с разнородными типами мелкосопочника. Ею были выделены молодой и древний эрозионные рельефы, возникшие за счет расчленения первичной пенепленизированной поверхности – мелкосопочник склонов и водораздельный мелкосопочник, а также молодой (среднеплиоцен-четвертичного возраста) рельеф низкогорий новейшего денудационно-неотектонического происхождения.

Под влиянием вышеназванных геоматических условий формируются геосистемы Верхне-Сарысульской подгеосистемы с выходами материнских пород, руслами временных водотоков, сложенные эффузивно-осадочными породами, с кальцефитно-разнотравно-попынно-тырсовой, кустарниково-петрофитно-разнотравной растительностью и лугами на светло-каштановых солонцеватых и бурых пустынных почвах, используемых под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья. Верхне-Сарысульская подгеосистема, функционирующая в зоне формирования стока бассейна, подвержена изменению водно-солевого баланса геосистем в результате негативного влияния антропогенных факторов, представленных крупными массивами орошения.

На территории среднего течения бассейна, кроме равнинно-мелкосопочного рельефа, преобладают островные низкогорья. Орографически здесь обособляется низкогорье Улы-

тау, которое имеет меридиальное направление, с общей длиной около 200 км. Конфигурацию низкогорья определяет Улытауский антиклинорий – крупная каледонская структура. Наивысшую отметку имеет главная вершина собственно Улытауских гор – Акмечеть – 1133 м. В районе Улытауских гор широко распространены сланцы, гнейсы, кварциты, мраморы, конгломераты, песчаники, известняки. Для Улытауских гор характерен рельеф «котыртас» (щербатые скалы, названные так из-за множества различных форм выветривания). За счет процессов выветривания и дефляции образовались карнизы, скалы причудливой формы, ячеи выветривания, ниши выдувания. С восточных склонов Улытауских гор стекают, в частности, составляющие и притоки самой полноводной реки системы Сарысу – р. Каракенгир.

Сильно трещиноватые и закарстованные известняки встречаются в верхней и средней частях бассейна. Крупные массивы гранитов со значительной трещиноватостью имеются в верховьях рек Жаман-Сарысу, Жаксы-Сарысу и Атасу. Карстовые формы распространены также в бассейне Каракенгира (Кенгира).

Одновременно с воздыманием мелкосопочных и низкогорных массивов в неоген-четвертичное время были заложены древние и современные речные долины и озерные котловины исследуемого бассейна. Древние долины приурочены к грабенам и синклиналям. Они частично заполнены неогеновыми озерными глинами аральской свиты и озерно-аллювиальными отложениями павлодарской свиты, на которые ложатся плиоценовые суглинки, галечники, гравий. Выше залегает аккумулятивный покров, сложенный песками средне-поздноплейстоценового возраста [10].

В толщах пролювиальных песчано-галечниковых отложений в склонах гор по линии географического стока стекают мощные потоки подземных вод, которые питаются атмосферными осадками. В верхних частях предгорий они пресные, гидрокарбонатно-кальциевого состава с плотным остатком менее 1 г/л. По мере удаления от гор, с уменьшением мощности пролювиальных отложений создается подпор грунтовых вод, которые поднимаются к поверхности и образуют зону выклинивания стока. В этом процессе принимают участие и поверхностные, и подземные воды. Мелкие ручьи, родники типа «карасу» имеют грунтовое питание. В нижней части предгорий образуется сазовая полоса, где воды расходуются на испарение и транспирацию растительности. Этот процесс поднятия грунтовых вод в результате подпора и, вместе с тем, их выклинивания и испарения сопровождается повышением их минерализации [11].

В центральной части бассейна реки Сарысу расположена широкая древнеаллювиальная равнина, местами достигающая ширины до 100 км. Рельеф Сарысуйской долины чрезвычайно своеобразен по морфологии, и различные ее части резко отличаются друг от друга. Например, для верховья долины характерен более возвышенный грядово-волнистый рельеф, который, ступенчато опускаясь, в среднем течении переходит в грядово-котловинный рельеф. В низовьях, где река протекает по ущелью, склоны массивов отличаются причудливыми формами скал (котлы выдувания, грибы, навесы и т.д.), образующимися под влиянием пустынного выветривания.

По левобережью реки, приуроченные чаще всего к террасам долины, располагаются Присарысуйские песчаные массивы. Большую часть пустыни занимают бугристо-грядовые пески, достигающие 20-40 м высотой, длиной простирающиеся иногда на 5-7 км. Гряды и бугры обычно закреплены растительностью, однако в последние годы их площадь неимоверно сокращается.

Бассейн реки Сарысу, отличаясь засушливостью климата, слабой продуктивностью почвенно-растительного покрова, ограниченностью водных ресурсов, обладает, одновременно, уникальными по составу и запасам месторождениями полезных ископаемых. Об-

щие интрузии и эффузии определяют богатство исследуемой территории, с каледонскими интрузиями связаны месторождения золота, меди, свинца и др., особой мощностью отличались герцинские интрузии различного химического состава – от ультраосновных до наиболее кислых, что способствовало образованию различных полезных ископаемых, особенно меди, молибдена, железа, золота, вольфрама и др. (Жезказган, Жайрем, Ушкатын, Жомарт и др.). С палеозойским этапом развития связано формирование угольных месторождений (Шубаркольское, Жалынское).

Таким образом, под влиянием вышеизложенных геоматических условий формируются геосистемы зоны транзита стока – Средне-Сарысуйская подгеосистема. Геосистемы Средне-Сарысуйской подгеосистемы с эоловой обработкой, руслами временных водотоков, замкнутыми котловинами, сложенные сланцами, гнейсами, туфами, туфопорфиридами, известняками, песчаниками с однолетнесолянковой, полынной, ковыльно-тырсовой и тасбиюргуновой растительностью и лугами на светло-каштановых неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых и бурых солонцеватых почвах, используются под зернопаро-травопольные севообороты и пастбищные угодья.

Дойдя до пустыни, Сарысу резко «ныряет» на юг и течет вдоль западной окраины плато Бетпак-Дала. Бетпак-Дала – это северная голодная степь, обширная пустынная равнина с длинными и пологими увалами, сложенная верхнемеловыми глинами, глинистыми песками, песчаниками с прослоями известняков и мергелей. В Бетпак-Дале кора выветривания на участках между впадинами представлена грубым щебнем, особенно на склонах и вершинах сопок, так как все мелкие частицы выдуваются ветром или смываются в депрессии. С процессами выветривания связано наличие матрацевидных отдельностей гранитов. В результате селективного выветривания на поверхностях гранитов образуются углубления – каверны и ниши. Высота стенок таких микроформ 10–15 см, ширина дна – 13–15 см. Плато обрывается к долине р. Сарысу крутым уступом, высотой до 40–60 м.

На юге, в районе пересечения реки Сарысу и административной границы Карагандинской области, узким треугольником в регион вклинивается Мойынкум. Это наиболее возвышенная часть пустыни (30–40 м над бугристой равниной). «Водосборная» площадь здесь недействующая. Пустыня глинистая, но на ее западной окраине распространены пески, часто подвижные, перемещаемые ветром («кумы»).

В четвертичное время реки Сарысу и Чу с разных сторон несли свои воды к могучей Сырдарье. В результате тектонических процессов в позднем плейстоцене при усилении поднятия хребта Каратау долина Чу сдвинулась на север, в результате чего низовья рек Чу и Сарысу отчленились от Сырдарьи и нашли свое окончание на равнине, в мелких дельтовых озерах [12, 13]. Сарысу лишь в отдельные годы доносит свои паводковые воды до озера Телеколь, обычно же они теряются в собственных рыхлых отложениях реки.

Под влиянием вышеназванных геоматических условий формируются геосистемы Нижне-Сарысуйской подгеосистемы с обиновой, однолетнесолянково-сарсазановой, кокпековой и полынной растительностью на серо-бурых малоразвитых и лугово-болотных почвах, используемых под пастбищные угодья. Нижне-Сарысуйская подгеосистема формируется в зоне рассеивания (распластывания) стока и в зоне интенсивных процессов соленакопления и образования солончаков в условиях жесткого сухого гидротермического режима.

Важнейшим фактором формирования западного рельефа является сдвиг сильными ветрами снега с открытых поверхностей в понижения, создание больших залежей снега, таяние которых ведет к образованию многочисленных озерков. Вода последних, эродировав ложе, способствует формированию рыхлой «подстилки», которая по высыхании озер

сдувается ветром, и в результате происходит дальнейшее углубление западинно-котловинного рельефа. Дефицит влажности ограничивает возможность существования постоянного поверхностного стока и развития густой гидрографической сети. Более благоприятные условия возникают в пределах Улытауского поднятия, у подножия которого разгрузка трещинных вод ведет к возникновению многочисленных ключей и родников, малых ручьев и рек. Озера, в большинстве своем соленые и неглубокие, летом сильно сокращают свою акваторию, а то и вовсе пересыхают, превращаясь в поля, благоприятные для ветровых процессов и формирования суффозионных и сорово-дефляционных западин. Аридность климата и ее усиление обусловили нарастающее развитие эоловых процессов в пределах равнинных частей Жезказган-Сарысуйской впадины [14].

Современная экзогенная геодинамика бассейна реки Сарысу связана с особым характером проявления и степенью рельефообразующего воздействия процессов выветривания, денудации и аккумуляции, засоления и эрозионных процессов. Горные породы, слагающие аридный рельеф, находятся в состоянии постоянного изменения, вызванного колебаниями температуры на поверхности, атмосферными осадками, а также биогенными факторами [15].

На современном этапе геодинамические процессы, вызванные антропогенным воздействием, являются наиболее мощным фактором самоорганизации и динамики геосистем. Антропогенное воздействие на состояние речной долины заключается, прежде всего, в сбросе промышленных и бытовых стоков. На Сарысу создан крупнейший индустриальный комплекс цветной металлургии, сырьевая база черной металлургии Республики Казахстан. Металлургия региона представлена горно-обогадительно-металлургическим комбинатом, медеплавильным заводом, обогадительно-металлургическими фабриками, литейно-механическим заводом, добычей и переработкой железной руды, шахтами с разработкой открытого типа. Таковыми предприятиями региона являются: ПО «Жезказганцветмет», ТОО «Корпорация Казхымс» и РГП «Жезказганредмет», АО «Жайремский ГОК» и ОАО «Атасуруда», сточные воды которых поступают непосредственно в Сарысу и являются основными источниками загрязнения. Накопление речных наносов происходит за счет осаднения взвешенных веществ. Увеличение объема наносов, покрывающих донный субстрат, приводит к заиливанию, заболачиванию, а впоследствии – пересыханию реки. На скорость роста наносов влияют и взвешенные частицы, смываемые с поверхности накопителей твердых производственных и бытовых отходов, расположенных в долине бассейна. В районах разработок угольных месторождений развиваются такие процессы, как заболачивание и затопление, ветровая и овражная эрозия (рис. 1).

Добыча твердых полезных ископаемых приводит к изменению всех геоматических компонентов в районах разработки и на прилегающих территориях, к развитию целого ряда негативных явлений и процессов: линейной и плоскостной эрозии, оползней, обвалов, дефляции, деформации покровных толщ и формированию мульд оседания, прогибанию слоев под действием собственного веса, сдвигу пород по плоскостям напластования, обрушению кровли над вырабатываемыми пластами, образованию зоны трещин и интенсивного дробления пород, приводящих к изменению поверхностного стока, затоплению и заболачиванию просевших участков над подземными выработками. Извлеченные горные породы являются зоной интенсивного развития химического и физического выветривания, развития эрозионных и дефляционных процессов, а также источниками загрязнения почвогрунтов, подземных и поверхностных вод, атмосферы и биоты, которые, в конечном случае, сказываются на характере и состоянии эколого-геоморфологических систем исследуемой территории (рис. 1).

Интенсивные и дифференцированные по площади техногенные воздействия на мор-

фолитооснову рассматриваемого региона привели к созданию новых, не характерных для исходного рельефа форм (карьеров, канав, отстойников, провалов, терриконов, насыпей, дамб, свалов, отвалов и др.), размещение которых отличается концентрированностью вблизи крупных населенных пунктов.

Таким образом, геоматические особенности, нарастающая аридность климата и антропогенная нагрузка в пределах рассматриваемого региона способствуют усилению процессов аридной денудации, приводит к резкой активизации водно-ветровой эрозии и расширению земель, подверженных плоскостному смыву, такыро- и сорообразованию, дефляции и другим процессам.

Список литературы

1. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: проблемы методологии и теории. – М.: Мысль, 1981. – 224 с.
2. Сочава В.В. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука СО, 1978. – 319 с.
3. Джаналеева К.М. Теоретические и методологические проблемы географии. – Астана, 2008. – 226 с.
4. Кассин К.Г. О древних долинах в Центральном Казахстане // Проблемы советской геологии. – 1936. – № 1. – Т. 6. – М.; Л., 1936. – С. 77-82.
5. Герасимов И.П. Развитие рельефа Казахского мелкосопочника (Центральный Казахстан) // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. и геофиз. – 1937. – № 4. – С. 565-579.
6. Медоев Г.Ц. Геологическое строение южной части Карагандинского бассейна. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1937. – 36 с.
7. Борсук В.И. Геологическое строение палеозойского фундамента восточной части Бетпакдалы. – М.: Гостеолтехиздат, 1955. – 304 с.
8. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. – 269 с.
9. Беспалов В.Ф. Геологическое строение Казахской ССР. – Алма-Ата: Наука, 1971. – 363 с.
10. Калменова У.А. Физическая география Центрального Казахстана. – Жезказган, 2000. – 79 с.
11. Джаналеева К.М. Физическая география Республики Казахстан. – Астана, 2010. – 590 с.
12. Филонец П.П. Озера Центрального и Южного Казахстана / П.П. Филонец, Т.Р. Омаров. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 198 с.
13. Пальтов Н.Н. Реки Казахстана. – Алма-Ата: Ан Каз ССР, 1959. – 99 с.
14. Бексеитова Р.Т. Роль морфоорографического фактора в экморфолитогенезе территории Центрального Казахстана // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 189-191.
15. Акпамбетова К.М. Геоморфология аридных территорий. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2002. – 52 с.

Получено 2.08.2014

УДК 551.4 (255)

Ж.Т. Мукаев, К.М. Джаналеева

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

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ В ПОЧВАХ БАСЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

В силу своего положения, особенностей состава и строения почва играет особую роль глобального геохимического регулятора циклических массопотоков химических элементов. Знание уровня фонового содержания химических элементов, в том числе никеля в почвах, имеет большое практическое значение для разработки стратегии рационального

природопользования и совершенствования организации почвенно-геохимического мониторинга, так как от этого зависит правильность оценки степени загрязнения почвы.

Никель - широко распространенный в природе элемент, необходимый для живых организмов. Он участвует в структурной организации дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), рибонуклеиновой кислоты (РНК) и белков, при его избытке подавляются процессы фотосинтеза и транспирации, появляются признаки хлороза [1].

Почвенный покров бассейна оз. Алаколь весьма разнообразен, но элементно-химический состав изучен слабо и требует эколого-геохимического исследования. Поскольку территория имеет хозяйственно-ценное и рекреационное значение. Почвы исследуемого региона преимущественно используются как земли для пастбищ и сенокосов.

Цель данного исследования – изучение пространственного и внутрипрофильного распределения никеля и его подвижной (обменной) формы в почвах бассейна оз. Алаколь.

Объекты и методы исследований. Исследуемая территория бассейна оз. Алаколь занимает площадь 68 700 км², основная часть которой (48 600 км²) находится в пределах Казахстана, остальная (30 %) – в приграничных районах Китая. Большая часть котловины (56 %) представлена пустынной равниной, низинная часть которой занята группой озер: Алаколь (2650 км²), Сасыкколь (736 км²), Уялы (120 км²), Жаланшколь (38 км²), образующих обширную систему водно-болотных угодий с тростниковыми зарослями (1100 км²), среди которых находится более 100 мелких озер площадью от 0,5 до 600 га [2]. Объекты исследований: бурые, лугово-бурые и серо-бурые почвы, сероземы, солончаки луговые, также были исследованы пески грядово-бугристые полужакрепленные, плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы, залегающие на низменных берегах оз. Алаколь. Образцы почв отбирались в северо-восточной части оз. Алаколь. Полнопрофильные разрезы закладывали на типичных в природном отношении участках в системе сопряженных ландшафтов, образцы почв отбирали по генетическим горизонтам. Физико-химические свойства почв определяли общепринятыми в почвоведении методами. Содержание валового и концентрацию подвижной формы никеля в почвах определяли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра «ААС КВАНТ-2А» в лаборатории биогеохимии почв Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук. Статистическая обработка полученных в ходе исследования данных проводилась по Н.А. Плохинскому [3] с использованием программы Microsoft Excel.

При обработке данных использовали следующие статистические показатели: n - число проб; $\bar{x} \pm S\bar{x}$ - средняя арифметическая и её ошибка; (мг/кг); C_v – коэффициент вариации (%); \lim – пределы колебаний (мг/кг); σ – стандартное отклонение (мг/кг); r – коэффициент корреляции.

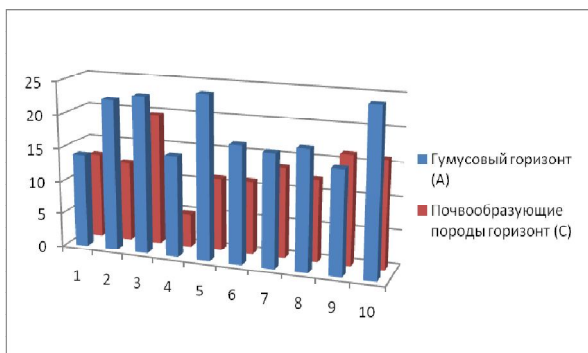
Аллювиальная равнина, занимающая нижнюю часть бассейнов рек Ай, Караколь, Урджар, Катунсу и Емель, сложена глинами, суглинками, песками, местами щебенисто-галечниковым материалом и имеет плоский, реже полого-холмистый характер с отдельными солончаковыми или такыровидными понижениями. Озерно-аллювиальная равнина занимает наиболее пониженную впадину, прилегающую к оз. Сасыкколь, Кошкарколь и северо-западному побережью оз. Алаколь. Эта часть равнины сложена в основном современными озерными и частично речными отложениями (пылеватыми и глинистыми песками, изредка с прослойками гальки, пылеватыми супесями и суглинками пестроокрашенными глинами и полуторфянистыми грунтами) [4].

Валовое содержание никеля в почвообразующих породах региона изменяется от 4,90 до 19,68 мг/кг при средней величине коэффициента вариации – 30,44 %. Среднее содержание никеля во всей совокупности почвообразующих пород составляет $12,95 \pm 1,25$ мг/кг, что

ниже его кларка в земной коре. Кларк никеля в литосфере, по оценкам разных исследователей, колеблется в пределах 58-95 мг/кг [5]. Самые низкие уровни содержания никеля обнаружены в супесчаных почвообразующих породах 4,90 мг/кг. Наибольшее содержание никеля свойственны суглинистым и среднесуглинистым отложениям. В суглинистых отложениях содержание никеля равно 19,68 мг/кг

Большинство авторов высказывает единое мнение о том, что валовое фоновое содержание химических элементов зависит от физико-химических свойств почвы (физическая глина, гумус, сумма поглощенных оснований и др.) и от ближнего и дальнего переноса веществ [6].

Как показали результаты исследования, среднее содержание гумуса в горизонте А составляет 1,52 %, колеблясь в пределах 0,10- 3,41 %. Содержание CO_2 в гумусовых горизонтах колеблется в пределах 0,53-18,55 %. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах сильнощелочная (рН водный в пределах 8-9,8). Среднее содержание илистой фракции по всему профилю почв составляет 12,82 % и колеблется в пределах 0,16-30,86 %. В профиле большинства почв бассейна оз. Алаколь валовой никель распределяется достаточно равномерно, наблюдается тенденция биогенного накопления (рис. 1, 2).



1 – лугово-бурые легкосуглинистые почвы; 2 - бурые среднесуглинистые почвы; 3 - бурые суглинистые почвы; 4 – сероземы легкосуглинистые; 5 - лугово-бурые супесчаные почвы; 6 – серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы; 7 - плавнево-болотные почвы; 8 - пески грядово-бугристые полужакопленные; 9 - пески пустынно-степные закопленные; 10 - солончаки луговые тяжелоуглинистые

Рисунок 1 - Содержание валового никеля в гумусовом горизонте (А) и почвообразующих породах горизонта (С) в почвах бассейна оз. Алаколь

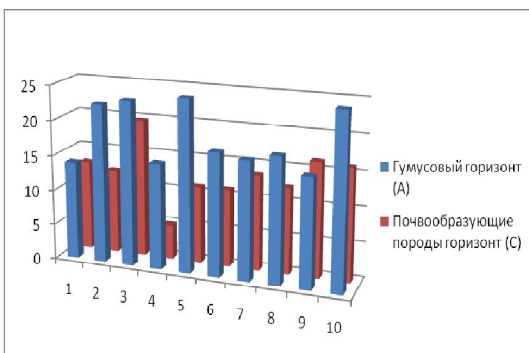


Рисунок 2 - Содержание подвижного никеля в гумусовом горизонте (А) и почвообразующих породах горизонта (С) в почвах бассейна оз. Алаколь

Валовое содержание никеля в почвах в гумусово-аккумулятивном горизонте колеблется от 13,98–24,69 мг/кг, в среднем составляя 19,19 мг/кг. Коэффициент вариации валового никеля в почвах бассейна оз. Алаколь составляет 21,71 %. Найденное среднее содержание никеля ниже его кларка в литосфере (58 мг/кг) [5] и близко по содержанию к ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) песчаных и супесчаных почв. Содержание никеля в почвах России регламентируется следующими нормативами: ОДК в разновидностях песчаных и супесчаных – 20 мг/кг, в суглинистых и глинистых (кислых) – 40, в суглинистых и глинистых (нейтральных) – 80. В Германии относительно безопасным валовым содержанием никеля в пахотных почвах считается 80-200 мг/кг [7].

Среднее валовое содержание и пределы колебаний никеля в почвенном покрове исследуемой территории представлены в таблице.

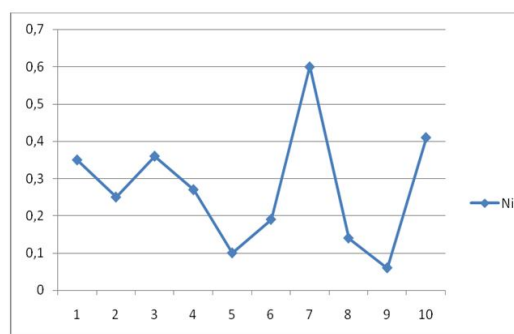
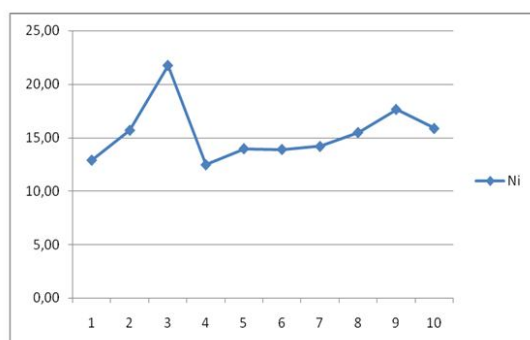
Содержание валового никеля в почвенном покрове бассейна оз. Алаколь

№	Почвы	n	lim	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	C _v , %
			мг/кг			
1	Лугово-бурые легкосуглинистые почвы	5	10,99-15,24	12,92±0,78	1,74	13,49
2	Бурые среднесуглинистые почвы	5	1,5-23,49	15,71±4,08	9,14	58,20
3	Бурые суглинистые почвы	5	19,22-24,81	21,77±1,07	2,40	11,02
4	Сероземы легкосуглинистые	3	4,90-17,49	12,49±3,86	6,68	53,53
5	Лугово-бурые супесчаные почвы	5	10,99-24,48	13,99±2,62	5,87	41,97
6	Серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы	3	11,04-17,49	13,92±1,90	3,28	23,56
7	Плавнево-болотные почвы	3	12,28-17,84	14,20±0,84	2,07	14,55
8	Пески грядово-бугристые полужакрепленные	4	14,18-16,29	15,50±0,31	0,62	4,00
9	Пески пустынно-степные закрепленные	5	13,49-17,50	15,88±0,70	1,56	9,84
10	Солончаки луговые тяжелосуглинистые	4	12,99-24,69	17,66±2,49	4,98	28,20

Как видно из таблицы, максимальное среднее содержание валового никеля характерно для бурых суглинистых почв и солончаков луговых, минимальное – для лугово-бурых легкосуглинистых почв.

Бурые почвы на исследуемой территории занимают большую площадь, формируются на пролювиальных отложениях суглинистого и супесчаного механического состава, под покровом полынной и боялычово-полынной растительности. В бурых суглинистых почвах содержание валового никеля колеблется от 19,22 до 24,81 мг/кг, среднее содержание - 21,77, коэффициент вариации – 11,02 %.

Серо-бурые сильно скелетные почвы приурочены к слабоволнистой наклонной равнине предгорий хребта Барлык. Содержание валового никеля в данных почвах варьируется от 11,04 до 17,49 мг/кг, коэффициент вариации – 23,56 %, среднее содержание - 13,92 мг/кг (рис. 3, 4).



1 – лугово-бурые легкосуглинистые почвы; 2 – бурые среднесуглинистые почвы; 3 – бурые суглинистые почвы; 4 – сероземы легкосуглинистые; 5 – лугово-бурые супесчаные почвы; 6 – серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы; 7 – плавнево-болотные почвы; 8 – пески грядово-бугристые полужакрепленные; 9 – пески пустынно-степные закрепленные; 10 – солончаки луговые тяжелосуглинистые

Рисунок 3 - Среднее содержание валового никеля в почвах бассейна оз. Алаколь

Рисунок 4 - Среднее содержание подвижной формы никеля в почвах бассейна оз. Алаколь

Лугово-бурые почвы пустынной зоны формируются среди бурых пустынных почв в понижениях рельефа. Среднее содержание никеля в них равно 13,99 мг/кг, коэффициент вариации для лугово-бурых супесчаных почв составляет 41,97 %.

Сероземы формируются под эфемерно-полынной растительностью на покатых склонах останцев и более возвышенных частях Алакольской впадины на высотах 350-750 метров, где занимают значительные площади. Содержание валового никеля в данных почвах варьируется от 4,90 до 17,49 мг/кг, среднее содержание - 12,49 мг/кг.

Солончаки формируются под влиянием сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине до 1,5 метра, под покровом солеустойчивой растительности, на средне- и тяжелосуглинистых почвообразующих породах. Средняя концентрация никеля в солончаках луговых равна 17,66 мг/кг.

Пески грядово-бугристые закрепленные приурочены к территориям с полубугристым или бугристым рельефом, покрытым разнотравно-полынной травянистой или травяно-кустарниковой растительностью. Морфологический профиль песков характеризуется слабо обособленными генетическими горизонтами, бесструктурностью, рыхлым сложением. В песках наблюдается равномерное содержание элемента по профилю. Содержание валового никеля в песках варьируется от 14,19 до 16,29 мг/кг, среднее содержание - 15,50 мг/кг, коэффициент вариации - 4,00 мг/кг.

Плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы залегают на низменных берегах озер Алаколь, Сасыкколь, где формируются в пределах тростниковых рогозовых плавней, большую часть года находящихся под водой. Почвенный профиль - слоистый, с поверхности выделяется торфянистый или полуторфянистый горизонт, под которым располагаются в различной степени гумусированные и оглеенные горизонты и слои. В плавнево-болотных почвах содержание никеля варьируется от 12,28 до 17,84 мг/кг, коэффициент вариации - 14,55 %, среднее содержание - 14,20 мг/кг.

Основным фактором в накоплении и распределении валового никеля в профиле изученных почв является гумус. Связь между гумусом и содержанием валового никеля положительная. Обратный характер связи между гумусом и валовым количеством никеля характерен для песков грядово-бугристых ($r=-0,71$), для остальных изученных почв - связь слабой и сильной силы (r - от 0,18 до 0,98). Влияние карбонатов на содержание общего никеля отчетливо проявляется в серо-бурых сильноскелетных ($r=0,91$) и бурых суглинистых почвах ($r=0,69$). В остальных типах почв связь имеет обратный характер. Корреляционная связь между содержанием никеля и илистой фракцией имеет обратный характер для всех исследованных почв. Для большинства почв связь между валовым никелем и pH имеет обратный характер, кроме лугово-бурых легкосуглинистых ($r=0,50$), бурых среднесуглинистых ($r=0,68$) и песков грядово-бугристых ($r=0,38$), для которых установлена положительная связь.

Изучение экологического состояния почв сводится к выявлению не столько увеличения в них общего содержания металлов, сколько к приобретению сведений об их подвижности, т.е. способности переходить из состава твердой фазы почвы в жидкую [8]. Подвижные формы, извлекаемые ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, представляют наибольшую экологическую опасность, так как обладают высокой миграционной способностью и доступны растениям [9].

Концентрация подвижной формы никеля в почвах (экстрагент - ААБ, pH = 4,8) колеблется в пределах 0,02-0,72 мг/кг. Среднее содержание данной формы во всей совокупности почв - 0,30 мг/кг, что составляет 1,56 % от валового запаса металла.

По выявленному содержанию подвижной формы никеля почвы бассейна оз. Алаколь можно отнести к незагрязненным почвам с низким содержанием этого металла, меньше 4 мг/кг для всех исследованных почв [7].

В профиле большинства почв бассейна оз. Алаколь подвижный никель сосредоточен в гумусово-аккумулятивном горизонте (рис. 2). Распределяется подвижный никель по профилям почв неоднозначно. Наименьшие значения среднего содержания обменной формы никеля обнаружены в песках пустынно-степных закрепленных - 0,06 мг/кг, и лугово-бурых супесчаных почвах - 0,10 мг/кг. Наибольшие содержания обменного никеля свойственны солончакам луговым тяжелосуглинистым - 1,12 мг/кг, и плавнево-болотным почвам - 1,39 мг/кг (рис. 4).

Корреляционная зависимость между обменной формой никеля и его валовым количеством (r – от -0,58 до -0,95) - обратная средней и сильной силы, за исключением песков грядово-бугристых ($r=0,85$), бурых среднесуглинистых ($r=0,75$) и серо-бурых сильно скелетных ($r=0,67$) почв. Связь между подвижным никелем и гумусом в большинстве исследованных почв (r – от -0,58 до -0,95) – обратная средней и сильной силы, достоверную прямую связь средней значимости имеют пески пустынно-степные и солончаки луговые тяжелосуглинистые. Содержание подвижного никеля имеет обратную связь слабой и средней значимости с илистой фракцией в большинстве исследованных почв, за исключением сероземов легкосуглинистых ($r=0,91$), бурых суглинистых ($r=0,76$), лугово-бурых легкосуглинистых ($r=0,71$) почв. Корреляционная связь между подвижным никелем и pH среды почв положительная слабой и сильной силы (r – от 0,36 до 0,90), для песков грядово-бугристых, плавнево-болотных, лугово-бурых почв и сероземов. Между карбонатами и подвижным никелем также наблюдается положительная связь слабой и сильной силы (r – от 0,15 до 0,86), за исключением песков пустынно-степных ($r=-0,30$), бурых суглинистых почв ($r=-0,83$) и песков грядово-бугристых ($r=-0,99$), здесь связь обратная слабой и сильной силы.

По степени содержания валового и подвижного никеля почвы исследуемой территории можно охарактеризовать как незагрязненные и отнести к территории, обладающей нормальным экологическим состоянием.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Впервые проведены исследования содержания валового никеля и его обменной формы в почвообразующих породах и почвах бассейна оз. Алаколь, дана их эколого-геохимическая оценка.

2. Среднее валовое содержание никеля в почвах исследуемого региона составляет 19,19 мг/кг, что не превышает общепринятую ориентировочно допустимую концентрацию и ниже его кларка в литосфере.

3. Содержание и распределение валового никеля в почвах и корреляционная зависимость от илистой фракции, карбонатов, pH среды в большинстве случаев имеет обратный характер или имеет связь слабой силы.

4. Подвижная форма никеля, извлекаемая ацетатно-амонийным буферным раствором с pH= 4,8 (подвижный для растений), меньше 4 мг/кг для всех исследованных почв.

Список литературы

1. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – М.: Наука, 1974. – 324 с.
2. Березовиков Н. Алакольский государственный природный заповедник / Под общ. ред. Р.В. Ященко // Заповедники Средней Азии и Казахстана. – Алматы, 2006. – Вып. I. – 352 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
4. Физическая география Республики Казахстан / Под. ред. Г.М. Джаналеева. – Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2010. – 535 с.

5. Архипов И.А. Никель в почвах и растениях межгорных котловин Алтая / И.А. Архипов, А.В. Пузанов, М.А. Мальгин // Докл. III Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». – Семипалатинск (Казахстан), 2004. – Т. I. – С. 150-154.
6. Панин М.С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана (фоновый уровень). – Семипалатинск, 1999. – 309 с.
7. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 229 с.
8. Минкина Т.М. Формы соединений тяжелых металлов в почвах степной зоны / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, О.Г. Назаренко и др. // Почвоведение. – 2008. – № 7. – С. 810-818.
9. Никифорова Е.М. Пространственно-временные тренды загрязнения городских почв и растений соединениями никеля (на примере восточного округа Москвы) / Е.М. Никифорова, Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева и др. // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. – 2010. – № 1. – С. 11-19.

Получено 13.08.2014

по страницам



НАНОТЕХНОЛОГИИ ДРЕВНЕГО РИМА

В Британском музее (Лондон) хранится изготовленный в IV веке стеклянный древнеримский кубок, названный кубком Ликурга, потому что на нем изображен легендарный законодатель Спарты Ликург, которого душил виноградная лоза: он оскорбил бога вина Диониса. Кубок обладает интересным свойством. При наружном освещении он имеет оливково-зеленый цвет, но если вставить источник света внутрь, на просвет стекло окazujeется красным.

Анализы показали, что в стекло подмешаны наночастицы сплава золота и серебра – перечником порядка 50-100 нанометров. Древний мастер растворил их в расплавленном стекле. В результате частицы металла дают эффект изменения цвета примерно такой же, какой известен у некоторых жуков, цвет которых зависит от угла зрения. В наше время подобное стекло применяют, например, в шлемах космонавтов, чтобы защитить глаза от резкого солнечного света, не смягченного атмосферой. Когда космонавт смотрит прямо на Солнце, такое стекло окazujeется затемненным, но стоит повернуть голову в сторону – оно превращается в прозрачное.

«Наука и жизнь» № 7, 2014

