



УДК 628.112:502.171 (574.1)

**К.М. Ахмеденов**

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангира хана, г. Уральск

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД И РАЗВИТИЯ РОДНИКОВЫХ УРОЧИЩ  
ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

По территории Западного Казахстана родники распределены далеко неравномерно. Наибольшее число источников приурочено к эрозионным ландшафтам с высокой глубиной расчленения рельефа северной и восточной части Западно-Казахстанской области в пределах Общего Сырта, Предсыртового уступа и Подуральского плато. В равнинных и низменных ландшафтах Прикаспийской низменности родников сравнительно немного, располагаются они преимущественно по долинам рек и овражно-балочной сети, также в пределах территорий с солянокупольной тектоникой [1].

Родники - концентрированные одиночные выходы подземных вод, однако такая разгрузка может осуществляться в виде высачивания (малодебитные рассредоточенные выходы, пример по склонам бортов речных долин и обрывистых берегов рек), линейных или пластовых выходов, имеющих определенную протяженность, и групповых выходов (несколько близко расположенных источников). Образование родника как формы разгрузки подземных вод определяется главным образом тремя причинами: эрозионной расчлененностью рельефа, геолого-структурными особенностями местности и фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород. Выходы подземных вод на земную поверхность всегда находятся гипсометрически ниже области питания водоносного горизонта.

В рамках программы грантового финансирования Комитета науки МОН РК по проекту «Разработка технологии и методики оценки и паспортизации родниковых вод Западного Казахстана с целью их охраны и рационального использования» (№ госрегистрации 0112РК00502) были проведены исследования по паспортизации родников Западного Казахстана.

В результате обследования, проведенного в весенне-летний период 2013-2014 гг., было изучено 4 родника в Прикаспийской низменности Западного Казахстана, различающихся как в гидрохимическом отношении, так и вследствие различной ландшафтно-типовидной ординации и формирования родниковых уроцищ. Состав работ по обследованию родников включал: ознакомление с материалами ранее выполненного обследования, изучение обустройства источников, изучение соответствия обустройства требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02, отбор проб, измерение дебита, определение координат родника с помощью 12-канального GPS-приемника модели Garmin eTrex (табл. 1, рис. 1), составление абриса объекта, геологическую и геоморфологическую привязку, составление чернового варианта паспорта родника, фотoreгистрацию объекта (рис. 2-5).

Таблица 1

Географические координаты родников  
(по данным GPS-позиционирования, датум WGS 84)

Название родника	GPS	
	Широта (N <sup>0</sup> )	Долгота (E <sup>0</sup> )
Родник Айбас	49 <sup>0</sup> 8'2,4"	47 <sup>0</sup> 40'15,96"
Родник Нияз	49 <sup>0</sup> 3'21,96"	47 <sup>0</sup> 49'21,36"
Родник Тилепбулак	48 <sup>0</sup> 30'49,032"	51 <sup>0</sup> 52'31,656"
Родник Ашытузбулак	48 <sup>0</sup> 30'50.26"	51 <sup>0</sup> 56'35,64"

Исследования гидрохимических показателей проводились химическими и физико-химическими методами в соответствии с требованиями ГОСТ. Результаты сопоставлялись с нормами ГОСТ 17.1.2.04-77 «Показатели состояния и правила токсации рыбохозяйственных водных объектов» и СанПиН 3.01.070-98 «Охрана поверхностных вод от загрязнения».

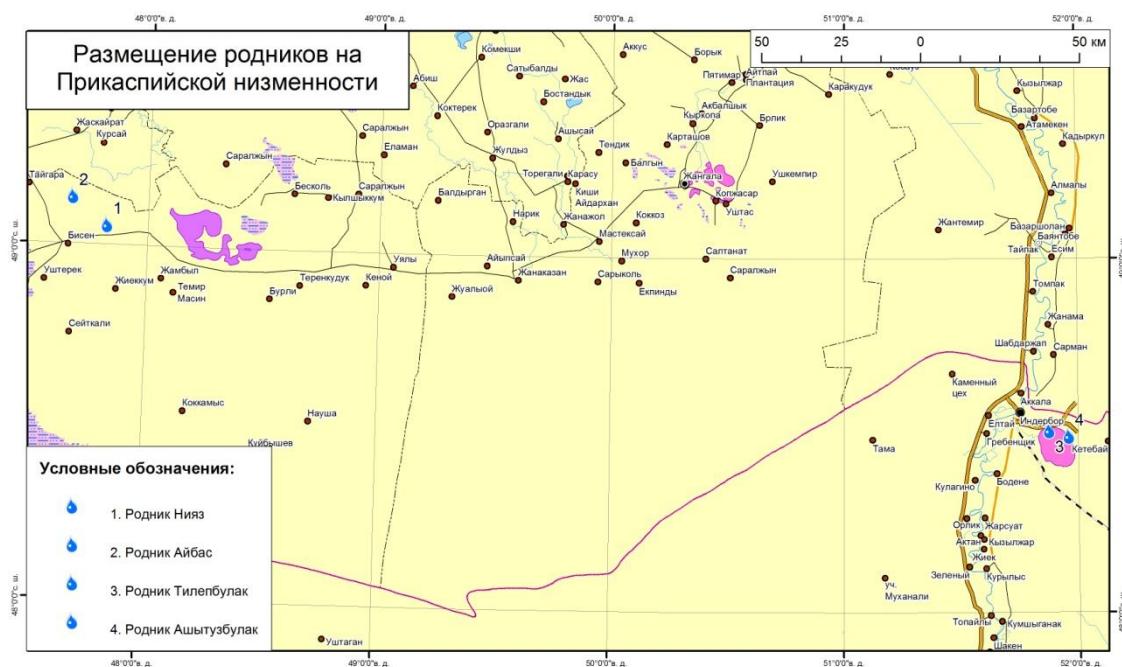


Рисунок 1 – Размещение родников на Прикаспийской низменности

Лабораторные химические анализы проведены в аккредитованном испытательном центре научно-исследовательского института биотехнологии и природопользования Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангира хана. В результате проведенных исследований получены следующие данные. По признакам выхода подземных вод на дневную поверхность обследованные родники относятся к реокренам. Реокрен изливает свои воды на склонах или у основания холмов, на склонах речных долин или иных эрозионных врезах. Образует сравнительно узкий и быстрый родниковый ру-

чей, который течет по склону и обычно впадает в другой более крупный водоем. Химический состав воды родников формируют глубинные и приповерхностные подземные воды [2]. Грунтовые воды Прикаспийской низменности, содержащиеся в отложениях четвертичной системы, минерализованные, в основном хлоридно-натриевого типа.



Рисунок 2 - Родник Нияз



Рисунок 3 - Родник Айбас



Рисунок 4 - Родник Тилепбулак  
у озера Индер



Рисунок 5 - Родник Ащитузбулак  
у озера Индер

По литературным данным район расположения родников Нияз и Айбас относится к Аралсорской впадине Прикаспийской низменности [3]. Уровни грунтовых вод на водоразделах залегают на глубине 10-12 м, по склонам балок – 8-10 м, а по днищам балок и оврагов еще выше. Они большей частью солоноватые или соленые (минерализация грунтовых вод в пределах данного участка выше 10 г/л). По химическому составу это пре-

имущественно хлоридно-натриевые и хлоридно-магниево-натриевые воды.

Гидрохимические классы родниковых вод складываются из доминирующих анионов и катионов. По преобладанию анионов выделяются:  $\text{HCO}_3^-$  - 2 родника;  $\text{Cl}^-$  - 2 родника. По преобладанию катионов выделяются:  $\text{Ca}^{2+}$  - 2 родника;  $\text{Na}^+ \text{K}^+$  - 2 родника. Таким образом, на изученной территории выделяются следующие гидрохимические классы родников: гидрокарбонатный натриевый – 2 родника; хлоридный натриевый – 2 родника [4]. Родники Нияз и Айбас имеют скорее всего антропогенное происхождение. Они располагаются в одноименных балках в нижней части искусственно созданных плотин. Их образование очевидно связано с фильтрацией подпруженной воды с плотины. Химический состав вод этих родников отличается по химизму от грунтовых вод этого участка, что, возможно, связано с вымыванием из почв материала плотины карбонатов. Это приводит к гидрокарбонатно-натриевому химизму, а не хлоридно-натриевому [5]. Распределение гидрохимических классов отражает табл. 2.

Таблица 2  
*Распределение гидрохимических классов родников Прикаспийской низменности*

Наименование родника	Класс по анионам	Класс по катионам
Тилепбулак	$\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+ \text{K}^+$
Аштиузбулак	$\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+ \text{K}^+$
Нияз	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{Ca}^{2+}$
Айбас	$\text{HCO}_3^- \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{Ca}^{2+}$

С. А. Никитин (1941 г.) установил, что хлоридно-натриевое засоление преобладает в водах, имеющих связь с соляными куполами [6]. В засолении почв и грунтовых вод Каспийской равнины С.А. Никитин большую роль отводил соляным куполам. Характерное для солончаковых солонцов засоление верхних горизонтов хлористыми солями, где их больше, чем сульфатов (а в нижних горизонтах сульфатов больше, чем хлоридов), С.А. Никитин объясняет результатом поднятия наиболее подвижных хлористых солей в жаркие периоды года.

Подобно пяти крупнейшим солянокупольным ландшафтам Прикаспийской впадины в Индерском солянокупольном районе также распространены родники. По данным Петрищева В.П. [7] у северного берега озера Индер в оврагах встречаются родники с минеральными водами, из них Ашебулак (на северо-восточном берегу озера) используется в бальнеологических целях. Средний годовой дебит источников составляет 78,2 л/с, варьируясь в широких пределах 33-144 л/с [8]. По данным Головачева И.В. [9] на северном побережье озера Индер находится 32 родника различного дебита. Суммарный дебит всех родников составляет в среднем 35,25 л/с (или 1,1 млн м<sup>3</sup>/год). Наиболее мощным является родник Ашебулак (22,5 л/с).

Обследованный нами родник у оз. Индер по преобладанию анионов относится к хлоридным ( $\text{Cl}^-$ ), а по обладанию катионов - к натриевым ( $\text{Na}^+ \text{K}^+$ ). Таким образом, родник у озера Индер относится к хлоридному натриевому гидрохимическому классу родников. В родниках у озера Индер отмечается повышенное содержание железа: 0,4 мг/л - в роднике Тилепбулак и 0,39 мг/л - в роднике Аштиузбулак при ПДК 0,3 мг/л. При выходе подземной воды на дневную поверхность под воздействием окислительно-восстановительных процессов и жизнедеятельности микроорганизмов образовались ожелезненные маты. Хотя определение содержания сероводорода в роднике у оз. Индер нами не проводилось, по внешним признакам данный родник можно отнести к сероводородным. Характерными

внешними признаками сероводородного источника выступают: присутствие сероводородного запаха и светло-серый или беловатый налет, образующийся на почвенно-растительном покрове с элементами каптажа, контактирующего с водами родника. Также косвенным подтверждением сероводородности родника у оз. Индер является наличие сульфатов. В воде родника Тилепбулак концентрация сульфатов составляет  $4\ 135\ \text{мг}/\text{дм}^3$ , что в 8 раз превышает предельно-допустимую концентрацию. Концентрация сульфатов обычно коррелирует с изменением общей минерализации воды. Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. Концентрация сульфата в природной воде лежит в широких пределах. В речных водах и в водах пресных озер содержание сульфатов часто колеблется от 5-10 до  $60\ \text{мг}/\text{дм}^3$ , в дождевых водах - от 1 до  $10\ \text{мг}/\text{дм}^3$ . В подземных водах содержание сульфатов нередко достигает значительно больших величин. Повышенное содержание сульфатов ухудшает органолептические свойства воды и оказывает физиологическое воздействие на организм человека. Сульфаты активно участвуют в сложном круговороте серы. При отсутствии кислорода под действием сульфатредуцирующих бактерий они восстанавливаются до сероводорода и сульфидов, которые при появлении в природной воде кислорода снова окисляются до сульфатов.

Суммируя вышеизложенное по родникам у оз. Индер - воды данных родников можно отнести к хлоридно-натриевому сероводородному ожелезненному типу минеральных вод.

Из четырех изученных родников Прикаспийской низменности в трех отмечено преобладание хрома по сравнению с концентрацией других проанализированных тяжелых металлов. В родниках Нияз, Айбас, Ашитузбулак наблюдается повышенное содержание хрома, однако данные концентрации не превышают допустимых норм (Нияз -  $0,44\ \text{мг}/\text{дм}^3$ , Айбас -  $0,48\ \text{мг}/\text{дм}^3$ , Ашитузбулак -  $0,58\ \text{мг}/\text{дм}^3$ ). В родниках Нияз и Айбас наблюдается незначительное содержание цинка, что также находится в допустимых нормах. Медь обнаружена только в родниках у озера Индер, его концентрация составляет в роднике Тилепбулак -  $0,19\ \text{мг}/\text{дм}^3$  и в роднике Ашитузбулак -  $0,39\ \text{мг}/\text{дм}^3$ . Присутствие меди может говорить о связи родниковых вод с юрским водоносным горизонтом, который формируется морскими известняками. Наибольшее содержание нефтепродуктов ( $0,039\ \text{мг}/\text{дм}^3$ ) зафиксировано в роднике Айбас, наименьшее ( $0,008\ \text{мг}/\text{дм}^3$ ) в роднике Нияз. В целом содержание нефтепродуктов находится на удовлетворительном уровне.

Для Прикаспийской низменности проявление выходов подземных вод является достаточно редким явлением. Два из изученных родников связаны с неглубоко залегающими грунтовыми водами. Родники на берегу оз. Индер представляют собой гидрогеохимическую аномалию, которая связана с миграцией солоноватых вод четвертичного водоносного горизонта через галогенно-сульфатные отложения, залегающие у северного борта Индерской впадины [7].

В результате проведенного исследования сделаны следующие предварительные выводы:

1. Основной причиной развития неоднородных по химическому составу родниковых вод является сложное геолого-геоморфологическое строение Прикаспийской низменности.

2. Родники Прикаспийской низменности образуют два типа:

- урочища, возникшие в результате подъема уровня подземных вод при образовании запруд (Айбас, Нияз);

- крупные урочища, связанные с групповыми выходами надсолевых водоносных горизонтов, измененных под действием соляной тектоники (родники на оз. Индер) [7].

3. Родники Нияз и Айбас антропогенного происхождения, гидрокарбонатно-натриевого типа.

4. Минеральные воды родников у озера Индер (родники Тилепбулак и Аштизбулак) можно рекомендовать для бальнеологических целей, вода представляет собой рассол с минерализацией 111,6 г/дм<sup>3</sup>, хлоридно-натриевого сероводородного ожелезненного типа [4].

5. Родники у озера Индер являются одними из важных рекреационных объектов на территории региона. Развитие инфраструктуры должно повысить его значимость в сфере рекреационной деятельности.

На все исследованные в 2013-2014 годах 4 родника составлены паспорта. Выявление значительной дифференциации химического состава родников Западного Казахстана позволяет оценить их практическое и рекреационное значение и разработать природоохранные мероприятия, учитывающие особенности функционирования конкретного родника.

Таким образом, родниковые урочища являются составной частью не только природной среды, но также являются объектом водоснабжения и рекреации, поэтому оценка качества и состояния родника является необходимым условием обеспечения населения питьевой и лечебной водой, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям.

#### Список литературы

1. Ахмеденов К.М. Современное состояние родниковых урочищ Западно-Казахстанской области / К.М. Ахмеденов, Г.М. Жантасова // Труды университета. - 2013. - № 2 (51). - Караганда, 2013. - С. 70-74.
2. Ахмеденов К.М. Гидрогеохимические особенности родниковых вод Западно-Казахстанской области / К.М. Ахмеденов, Г.М. Жантасова // Ғылым және білім. - 2013. - № 1 (30). - Уральск: РИО ЗКАТУ, 2013. - С. 182-188.
3. Каменский Г.Н. Грунтовые воды Прикаспийской низменности и их режим в пределах Волго-Уральского междуречья / Г.Н. Каменский и др. // Тр. лаб. гидрогеол. пробл. им. Ф.П. Саваренского. - Т. XXVII. - Изд. АН СССР. - М., 1960. - С. 30-31.
4. Ахмеденов К.М. Родники Индерского солянокупольного района Прикаспийской низменности / К.М. Ахмеденов, М.Д. Нугманова, Д.Ж. Искалиев // Вестник КазНУ. Серия экологическая. - 2013. - № 2/2 (38). - Алматы, 2013. - С. 41-46.
5. Ахмеденов К.М. Характеристика родников Прикаспийской низменности // Организация территории: статика, динамика, управление / К.М. Ахмеденов, М.Д. Нугманова, С.Г. Ахмеденова и др. // Материалы X Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием / БГПУ им. М. Акмуллы. - Уфа: Изд-во БГПУ. - 2013. - С. 15-21.
6. Никитин С.А. Типы засоления почв юго-восточной части Каспийской равнины // Почвоведение. - 1941. - № 9. - С. 15.
7. Петрищев В.П. Особенности формирования ландшафтов Индерского солянокупольного района / В.П. Петрищев, А.А. Чибилев, К.М. Ахмеденов и др. // География и природные ресурсы. - 2011. - № 2. - С. 78-84.
8. Тычино Я.И. Некоторые черты термического режима межкристальной рапы оз. Индер // Тр. лаборатории озероведения. - Т. II. - 1953. - С. 139-147.
9. Головачев И.В. Карст окрестностей озера Индер // Геология, география и глобальная энергия. - 2012. - № 2 (45). - С. 7-15.

Получено 28.10.2014

---

УДК 556.153:551.435.47:528.482.3 (574.1)

**К.М. Ахмеденов, Н.Х. Сергалиев**

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск

#### СРЕДНЕГОДОВОЙ СТОК ВОДЫ И СТОК ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В ЗАПАДНО-КАЗАХСАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В рамках проекта «Определение эрозионной опасности на территории Западно-Казах-

станской области в результате горизонтальных смещений русла реки Урал» (№ госрегистрации 0112РК00514) Комитета науки МОН РК нами были определены среднегодовой сток воды и сток взвешенных наносов на территории Западно-Казахстанской области.

Гидрографическая сеть Западно-Казахстанской области относится к бассейну Каспийского моря и образует постоянные и временные водотоки. Главной водной артерией области является река Урал. Восточную половину области пересекает ряд параллельно идущих маловодных рек: Оленты, Булдурты, Калдыгайты. В западной половине области протекают значительные по протяженности реки: Большой и Малый Узени, река Ашизек. По источникам питания все реки преимущественно снегового питания, поэтому по водному режиму все они относятся к рекам с весенним половодьем. За время половодья объем стока повсеместно составляет более 60 % годового, возрастаая в зоне пустыни до 98-100 %. Средний годовой слой стока воды в области с севера на юг уменьшается от 50 мм до 5 мм на границе с территорией, не имеющей местного стока. В целом в степной зоне среднегодовой модуль стока составляет  $2,5 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , уменьшаясь в полупустынной зоне до менее  $0,5 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ . Другой характерной особенностью рек области является сильная изменчивость их водности по годам. Среднегодовые модули стока только по данным за 4-5 лет колеблются от 0,27 до  $2,7 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ . В многолетнем разрезе эти колебания достигают больших размеров. Так колебания среднегодового модуля стока реки Урал в пределах только области колеблются от 4,30 (1957 год) до 0,50 (1937 год)  $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$ . В настоящей работе на территории ЗКО обобщение данных о годовом стоке воды сделано по материалам 41 поста наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

*Модули речного стока рек Западно-Казахстанской области  
(Ресурсы поверхностных вод, 1970)*

Река и гидрологический пост	Модуль жидкого стока, $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$	Река и гидрологический пост	Модуль жидкого стока, $\text{л/с}\cdot\text{км}^2$
Ашизек - с. Аще-Узек	0,56	Деркул - с. Каменка	2,04
Ашизек - зим. Күйгенкуль	0,46	Деркул - с. Зеленое	1,75
Мал. Узень - с. Коктерек	0,51	Деркул - пос. Плошкино	1,75
Мал. Узень - пос. Таксоба	0,51	Деркул - пос. Ростошский	1,55
Бол. Узень - Русская Таловка	1,01	Балка Гаврилина - с. Петровка	2,3
Бол. Узень - ур. Дукен	0,98	Барбастау - свх. Чаганский	1,45
Чизка 2-я - с. Чизка 2-я	1,63	Шолаканкатау - свх. Анкапинский	1,4
Чизка 1-я - с. Чизка 1-я	1,45	Исенъянкатау - с. Кызылту	1,55
Дюра - с. Чебаков	1,55	Куперанкатау - с. Алгабас	1,6
Урал - Уральск	1,7	Оленты - с. Джамбейты	1,25
Урал - с. Кушум	2,0	Оленты - с. Оленты	0,6
Аще - 1-я ферма	0,9	Булдырты - свх. Караагач	1,2
Березовка - с. Березовка	1,7	Булдырты - свх. Булдыртинский	0,49
Утва - с. Лубенка	1,25	Булдырты - свх. Абая	0,49
Утва - Белогорский	1,15	Шийли - аул Акший	1,2
Утва - с. Григорьевка	1,21	Жамбейты 2-я - зим. Томилин	0,95
Караоба - зим. Татан	1,35	Калдыгайты - с. Жигерлен	0,83
Ембулатовка - с. Красненский	2,2	Калдыгайты - пос. Кара-Тугай	0,35
Быковка - х. Буренин	2,54	Жарлы - зим. Сахаш	1,01
Чаган - пос. Новеныйский	2	Куагаш - с. Куагаш	0,8
Крутая - с. Павлово	2,15		

Это позволило составить для исследуемого района карту стока воды (рис. 1).

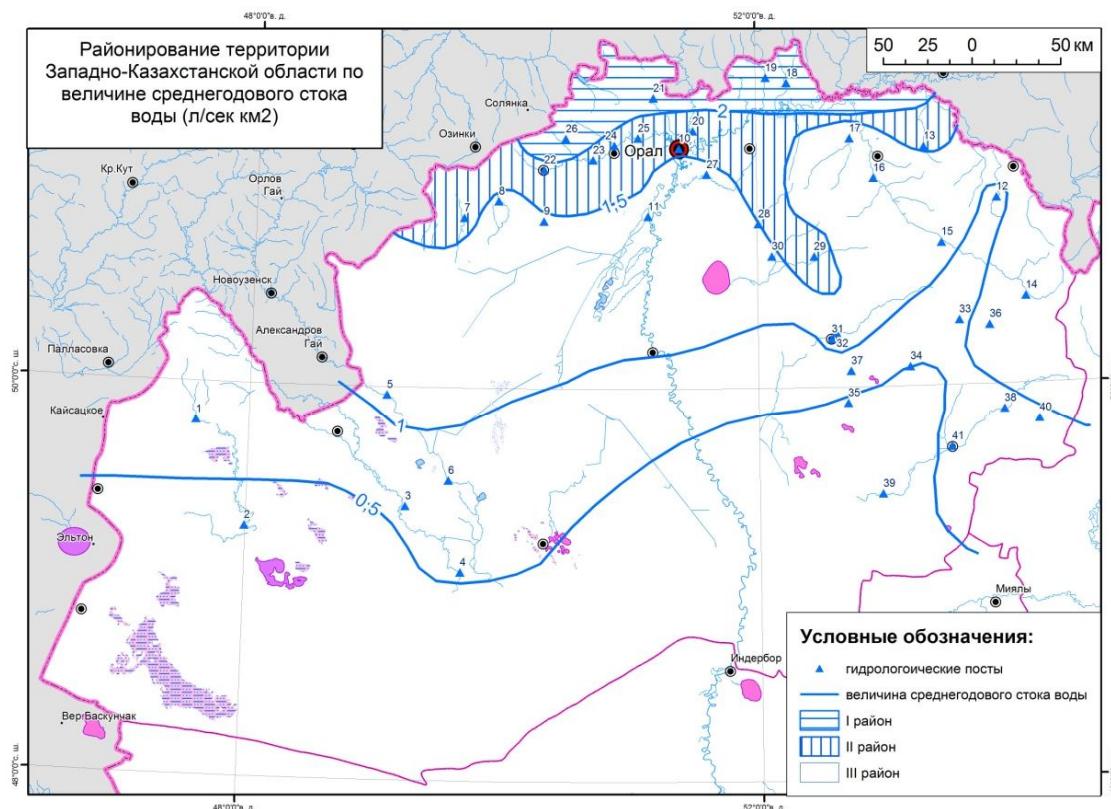


Рисунок 1 - Районирование территории Западно-Казахстанской области по величине среднегодового стока воды (л/с·км<sup>2</sup>)

Точность данной карты, однако, различна для отдельных его частей вследствие неравномерности распределения водных постов. Поэтому для неизученных участков использовалась интерполяция между значениями жидкого стока на изученных водосборах. Карта отражает общие закономерности изменения среднего годового стока по территории района. Изменение в зональном распределении вносит рельеф. К возвышенным районам степной зоны (южные отроги Общего Сырта) приурочены более высокие значения стока (до 2-2,5 л/с·км<sup>2</sup>), где количество осадков выпадает до 300 и более. К юго-востоку и юго-западу величина нормы стока уменьшается. Наиболее низкий сток (менее 0,5 л/с·км<sup>2</sup>) наблюдается на юге Прикаспийской низменности, где выпадает наименьшее количество осадков (менее 200 мм/год). На юго-востоке среднегодовой сток воды также уменьшается от 1,5 до 0,5 л/с·км<sup>2</sup>. Роль подземного стока в общем годовом уменьшается по мере перехода от северных районов территории к южным. Наиболее значительное питание имеют реки, протекающие полностью в районах Общего Сырта, менее значительным подземным питанием располагают реки, берущие начало на склонах Общего Сырта. Например, нижние участки рек Большой и Малый Узени почти не имеют подземного питания.

По величине стока воды реки Западно-Казахстанской области могут быть разделены на три района (рис.1):

– 1 район - реки, стекающие с южных отрогов Общего Сырта. Средний годовой модуль жидкого стока 2,0-2,5 л/с·км<sup>2</sup>.

– 2 район - реки, протекающие в пределах Предсыртового уступа и северо-восточной части Подуральского плато. Средний годовой модуль жидкого стока 1,5-2,0 л/с·км<sup>2</sup>.

– 3 район - реки юго-западной части Подуральского плато и северной территории Прикаспийской низменности. Средний годовой модуль жидкого стока 0,5-1,5 л/с·км<sup>2</sup>.

Самым объективным методом оценки общей интенсивности эрозии и механической денудации является анализ стока взвешенных наносов рек. Объем стока взвешенных наносов рек не является точной мерой всех продуктов эрозии и денудации, но прямо зависит от интенсивности этих процессов и поэтому может быть использован для их сравнительной оценки в разных условиях [1, 2]. На равнинах полупустынная (семиаридная) зона по сравнению с другими ландшафтными зонами умеренного пояса отличается небольшим стоком взвешенных наносов, вследствие малого количества осадков. Обобщение данных о годовом стоке наносов сделано по материалам 15 пунктов наблюдения (табл. 2) Западно-Казахстанской области.

Наибольшая продолжительность наблюдений составляет 37 лет на р. Урал - с. Кушум. На остальных постах продолжительность наблюдений колеблется от 4 до 25 лет.

Таблица 2  
*Модули стока взвешенных наносов рек Западно-Казахстанской области*

Река / пункт	Период наблюдений за стоком наносов	Ср. многолетн. и ср. год. модуль стока взвешенных наносов, т/км <sup>2</sup> ·год.
Узень / Русская Таловка	9	7,6
Урал / Кушум	37	16,8
Урал / Уральск	7	8,6
Илек / Чилик	22	18,0
Аше / 1 ферма	4	14,0
Утва / Григорьевка	20	3,9
Чаган / Каменный	25	8,8
Крутая / Павлов	4	31,0
Деркул / Ростошский	9	3,8
Шалаканката / Анкatinский	8	3,9
Куперанката / Алгабас	5	5,3
Оленты / Джамбайты	8	5,2
Калдыгайты / Жигерлен	7	0,9
Балка Гаврилина / с. Петрова	5	26
Караоба / зим. Титан	4	14

Для южной части территории норма стока определена приближенно, вследствие малого количества и неравномерности распределения постов. Коэффициент корреляции между стоком воды и стоком наносов равен 0,7. Средний многолетний расход наносов и мутность увеличиваются вниз по течению. В верховьях р. Урал течет по горной долине, сложенной изверженными кристаллическими и метаморфическими породами, слабо поддающимися размыву. Мутность реки здесь (г. Верхнеуральск) равна 40 г/м<sup>3</sup>. В среднем течении река принимает ряд притоков с большой мутностью воды (реки Орь, Илек, Сакмары) и течет уже по долине, сильно пересеченной оврагами и балками. Расходы наносов и мутность резко повышаются. У г. Оренбурга средняя многолетняя мутность составляет 320 г/м<sup>3</sup>. В нижнем течении р. Урал не принимает притоков, в связи с чем мутность ее

существенно не возрастают. У с. Тополи она равна 390 г/м<sup>3</sup>.

На малых и средних реках с уменьшением стока воды уменьшается и сток взвешенных наносов. На самой реке Урал в нижнем течении, наоборот, с уменьшением стока воды увеличивается сток наносов. Основная часть годового стока наносов (90-100 %) приходится на период весеннего половодья, когда вследствие развития эрозионных процессов на склонах речных бассейнов и в руслах рек происходит сильное увеличение мутности воды. Это дает возможность утверждать, что бассейновая эрозия преобладает от талого стока.

В летний период реки питаются в основном грунтовыми водами, поэтому мутность и сток наносов незначительны. Летние и осенние осадки почти целиком теряются на испарение и, как правило, не вызывают увеличения стока воды. Зимой многие реки промерзают, и сток в них почти полностью прекращается. В периоды летне-осенней и зимней межени на непересыхаемых и непромерзаемых реках мутность воды незначительна и на большинстве из них не превышает 20 г/м. Сток наносов за период длительной летне-осенней и зимней межени составляет около 10 % годового стока на крупных реках и 1 % - на малых [3]. Гранулометрический состав взвешенных наносов изменяется с севера на юг. Реки северной части рассматриваемой территории отнесены к водотокам, имеющим более 90 % фракций наносов диаметром менее 0,05 мм. Содержание частиц диаметром менее 0,05 мм в южной части территории составляет 50-75 %. Увеличение крупности взвешенных наносов объясняется здесь широким распространением песков в составе почвогрунтов.

По данным табл. 2 была составлена карта наносов для территории Западно-Казахстанской области. Карта отражает общие закономерности изменения годового стока наносов по территории в зависимости от изменения годового стока воды. Она построена методом географической интерполяции между значениями нормы стоков наноса, отнесенных к геометрическим центрам водосборов (рис. 2).

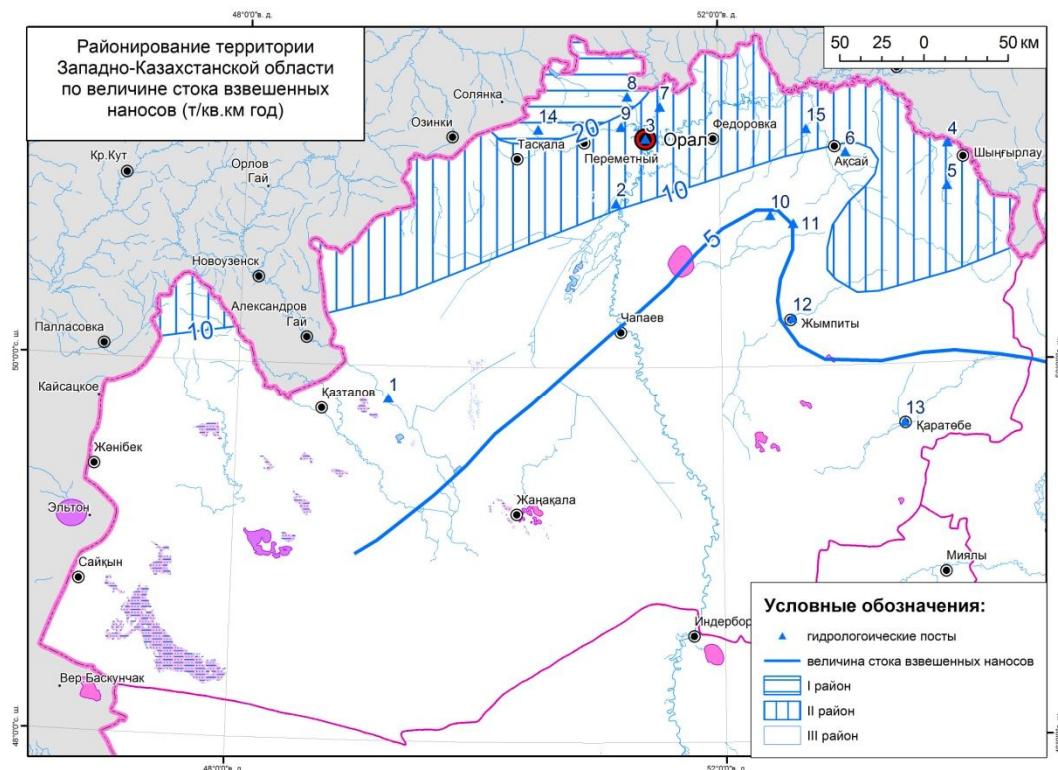


Рисунок 2 - Районирование территории Западно-Казахстанской области по величине стока взвешенных наносов (т/км<sup>2</sup> год)

Мы провели районирование территории Западно-Казахстанской области по величине модулей стока взвешенных наносов (рис. 2) и условиям формирования этого стока.

I район - выделен по данным двух гидропостов. Среднегодовой сток наносов - самый высокий в области и составляет 26-31 т/км<sup>2</sup>·год. Район расположен в 1 степной зоне на холмистых южных склонах Общего Сырта и относится к бассейнам р. Крутая, р. Таловая и балки Гаврилина. Среднегодовое количество осадков превышает 300 мм, среднегодовой модуль жидкого стока уменьшается с севера на юг от 2,5 до 2,0 л/с·км<sup>2</sup>, относительная высота холмов достигает 20-70 м, крутизна склонов изменяется от 5-7° до 15°, почвы каштановые, литологический состав пород - суглинистый, супесчаный. В районе самая высокая степень антропогенной нагрузки (водосборы распаханы от 37 до 75 %), территория, по классификации А.П. Дедкова и В.И. Мозжерина (1984 г.) [3], относится ко II-й и III-й категориям антропогенной освоенности.

II район - выделен по данным семи гидропостов и расположен в основном в степной и северной части полупустынной зоны. Район охватывает южные отроги возвышенности Общий Сырт, Предсыртовый уступ и северо-восточную часть Подуральского плато. Средние значения модулей стока взвешенных наносов 10-14 т/км<sup>2</sup>·год. Среднегодовой модуль жидкого стока уменьшается с севера на юг от 2,5 до 1,5 л/с·км<sup>2</sup>. Среднегодовое количество осадков уменьшается от 300 до 250 мм. Рельеф холмистый, максимальная вертикальная расчлененность рельефа изменяется от 30 до 100 м. Почвы, в основном, темно-каштановые и каштановые, покрыты характерной степной растительностью. Основной состав фунтов - глинистый, суглинистый, супесчано-суглинистый. Существенная

эррозионная деятельность текущих вод обусловлена наличием легко размываемых почвогрунтов и значительной распаханностью территории - от 36 до 55% (II категория антропогенной освоенности).

На малых реках района производится задержание весеннего стока с помощью временных земляных плотин. Во время половодья эти плотины ежегодно размываются, что приводит к искусственному увеличению мутности воды малых рек исследуемого района.

III район - выделен по данным шести гидропостов, расположенных в полупустынной зоне на Севере Прикаспия и юго-западной части Уральского плато. В полупустыне сухость климата определяет значительный жидкий сток (от 1,5 на севере до менее 0,5 л/сек·км<sup>2</sup> на юге). Поэтому, несмотря на разреженный растительный покров, эрозия в полупустыне очень слаба и сток взвешенных наносов незначительный. Среднегодовой модуль стока взвешенных наносов изменяется с севера на юг от 5-10 т/км<sup>2</sup>·год до 0,9 т/км<sup>2</sup>·год. Относительно высокий сток наносов на севере определяется большим жидким стоком и большей степенью хозяйственной освоенности. В третий район входят два разных геоморфологических участка - северная часть Прикаспийской низменности и юго-западная часть Подуральского плато. Среднегодовое количество осадков - менее 250 мм. Весь район в целом относится к зоне светло-каштановых почв, встречающихся местами в комплексе с солончаками, солонцами. Растительный покров развит слабо: на севере - сухостепные ассоциации, на юге - полупустынные. На Подуральском плато интенсивность эрозионных процессов уменьшается с севера на юг в соответствии с уменьшением количества осадков, выпадающими рельефа и широким распространением водопроницаемых пород. Юго-западная часть Подуральского плато имеет более пологий рельеф с отметками до 25-75 м абсолютной высоты. Здесь развиты преимущественно аллювиально-дельтовые морские осадки, которые местами подвержены дефляции и образуют песчаные массивы. Для юго-западной части района характерна ветровая эрозия. Сухость климата, равнинность и бедность территории водотоками на Прикаспийской низменности Западно-Казахстанской области обуславливают самый низкий сток взвешенных наносов. Характеристика эрозионной деятельности в южной части территории области не выявлена из-за отсутствия данных наблюдений за стоком взвешенных наносов.

Наряду с климато-ландшафтными условиями, рельеф и состав горных пород являются важнейшими факторами дифференциации эрозии и стока наносов. Пространственная дифференциация стока наносов определяется характером рельефа, составом горных пород, величиной жидкого стока, степенью хозяйственной освоенности. Однако если климато-ландшафтные условия обуславливают зональность эрозионных процессов, то рельеф и состав горных пород эту зональность нарушают.

Ранее А.П. Дедковым и В.И. Мозжериным (1984 г.) [4] было указано, что для полупустынной и южной части степной зоны характерна обратная зависимость модулей стока взвешенных наносов от площади бассейна. Однако материалы по тому, в целом немногочисленному набору бассейнов ЗКО, не подтверждают, но и не опровергают этот вывод. Для установления подобной зависимости, несомненно, требуется большой объем материала. С увеличением сухости климата и уменьшением жидкого стока связано уменьшение стока наносов от степной к полупустынной зоне. В целом в полупустынной (семиаридной) зоне наблюдается незначительный сток взвешенных наносов, по сравнению с другими ландшафтными зонами.

Полученные нами результаты подтверждаются ранее сделанными выводами А.П. Дедкова и В.И. Мозжерина (1984 г.) [4] о том, что полупустыни умеренного пояса не обнаружили максимального стока взвешенных наносов. Оценка интенсивности эрозии по стоку взвешенных наносов позволила сделать вывод об ее ослаблении при переходе от степ-

ной к полупустынной зоне.

Список литературы

1. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. - М.: АН СССР. - 1955. - 346 с.
2. Дедков А.П. Об интенсивности экзогенных процессов в семиаридной зоне // Количественный анализ экзогенного рельефообразования. - Казань: Изд-во Казанского ун-та. - 1987. - С. 60-77.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. - Л.: Гидрометеоиздат, 1970. - Т. 12. - Вып. 2. - 512 с.
4. Дедков А.П.. Эрозия и сток наносов на Земле / А.П. Дедков, В.И. Мозжерин. - Казань: Изд-во Казанского ун-та. - 1984. - 264 с.

Получено 20.10.2014

---

УДК 911.5

**Ж.Г. Берденов, Г.М. Джаналеева**

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

**Е.Х. Мендыбаев**

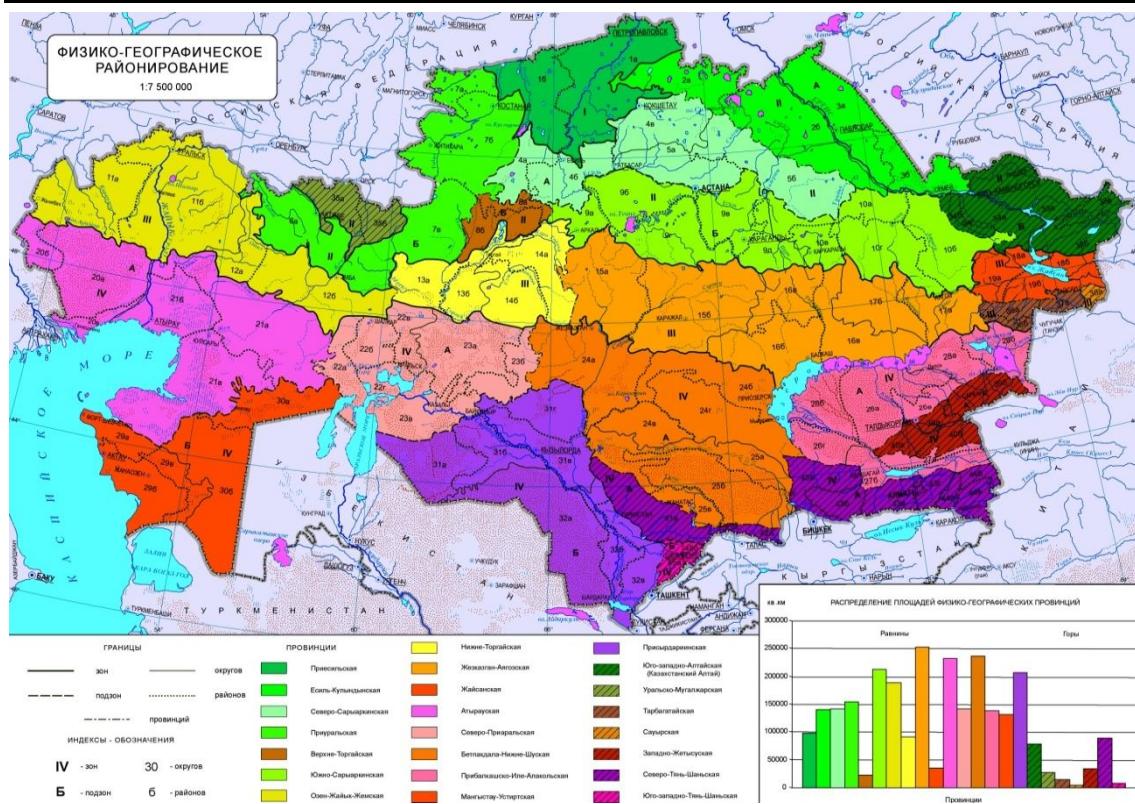
Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, г. Актобе

**ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОНЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА  
ИЛЕКСКОЙ МАКРОГЕОСИСТЕМЫ (МУГОДЖАРСКИХ ГОР)**

Геохимические особенности ландшафтов Западного Казахстана, а в частности Илекской макрогоесистемы (территория Актюбинской области), до настоящего времени исследованы слабо, несмотря на то, что район южных острог Урала во многом является ключевым в формировании вещественного состава прилегающих территорий. Роль Мугоджарских гор как источника материала для почвообразующих пород и почв Западного Казахстана является очень важной, и этот факт делает ландшафтно-геохимические исследования данного региона очень актуальными.

По классификации геосистем бассейновых территорий, Актюбинская область относится к Илекской макрогоесистеме [1]. В географическом плане территория Илекской макрогоесистемы расположена на стыке трех крупных геологических структур: Русской платформы, Туранской плиты и Уральской горноскладчатой области и имеет сложное тектоническое и геологическое строение (рис. 1) [2].

Актюбинская область (каз. Ақтөбे облысы) находится между Европой и Азией, границей которых являются южные отроги Урала - небольшие горы Мугоджары. Область расположена на Прикаспийской низменности на западе, на плато Устюрт - на юге, на Туранской низменности - на юго-востоке и в Мугоджах - по центру с севера к югу. Большая часть области - равнина (высота 100-200 м), расчленённая долинами рек; в средней части простираются горы Мугоджары (высшая точка - гора Большой Бактыбай, 657 м). По величине территории (728,5 кв. км) область занимает 1 место в республике. Западная часть Актюбинской области занята Подуральским плато, переходящим на юго-западе в Прикаспийскую низменность; на юго-востоке - массивы бугристых песков - Приаральские Каракумы и Большие и Малые Барсуки. На северо-востоке в Актюбинскую область заходит Тургайское плато, изрезанное оврагами [3].



## Рисунок 1 - Физико-географическое районирование Республики Казахстан

Исследуемая нами территория согласно физико-географическому районированию Казахстана горная южная часть области относится к полупустынной ландшафтной зоне умеренного пояса, Южной подзоне (типчаково-ковыльных) степей. Территория охватывает значительную часть Уралтау-Мугалжарской складчатой системы [4].

В центральной части территории расположена Уралтау-Мугаджарская складчатая область, на западе - Актюбинский переклинальный прогиб и восточный борт Прикаспийской впадины с широко развитой соляной тектоникой, на востоке - обширный Түргайский прогиб, в юго-восточной части - зона унаследованных меридиональных структур Северного Приаралья. В пределах области распространены различные по возрасту и генезису породы - от метаморфических протерозойских до осадочных современных [5].

Согласно геоморфологическому районированию Казахстана, территория Актюбинской области относится к Урало-Эмбинскому денудационному плато, денудационным равнинам Зауралья и Мугаджар, Тургайской структурно-денудационной столовой равнине, структурно-денудационной и аккумулятивной равнинам Северного Приаралья и структурно-денудационному плато Устюрт (рис. 2) [2].

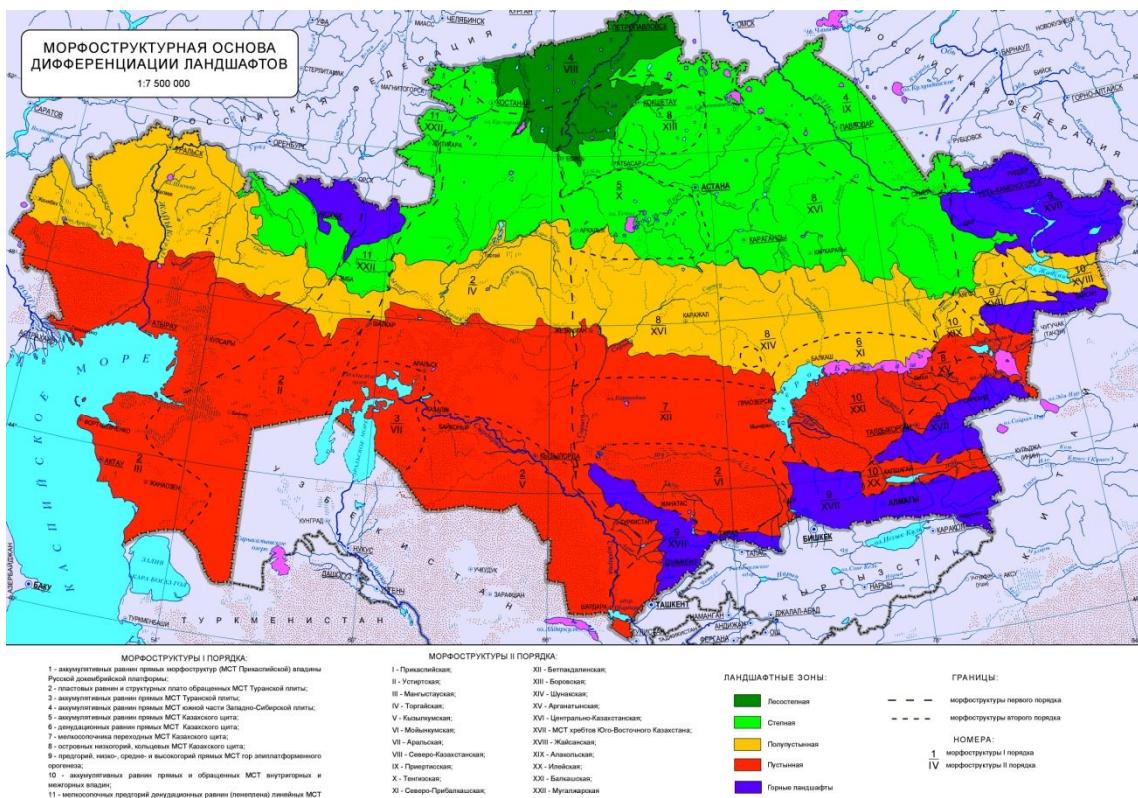


Рисунок 2 - Геоморфологическое районирование Казахстана

Рельеф наиболее приподнятой части Западных Мугаджар, представленной меридионально вытянутыми грядами или группами параллельных гряд Главного Мугалжарского и Жангалинского хребтов, сложенных в основном эфузивами среднего палеозоя. Зона низкогорья имеет отчетливый западный, в среднем стометровый уступ, совпадающий с активными в новейшее время разломами. Не менее отчетлива и северная граница низкогорья с равнинами Орской депрессии [5].

Низкогорье Западных Мугаджар представляет собой пример прямой морфоструктуры. Главный хребет соответствует Бохтыбайской и Жамантауской антиклиналям, а Жанганинский - одноименной. Межхребтовые и межгривные понижения, имеющие форму широких плоскодонных долин, приурочены обычно к синклиналям.

Практически все послепалеозойское время Западные Мугаджары являлись областью сноса, испытавшей значительно большее суммарное поднятие, чем Восточные Мугаджары. Вероятно, здесь, как и на Урале, могли формироваться поверхности выравнивания различного возраста. Современный рельеф - это результат новейшего, послепалеогенового этапа поднятий и соответствующей денудации. Наиболее интенсивный размыв произошел в среднем плиоцене, когда даже на Северном Устирте отлагался аллювий уральского состава. Следующий этап активной эрозии - средне-позднечетвертичное время, период формирования современной гидросети. Речные долины Западных Мугаджар в межгрядовых понижениях имеют поймы и один-два надпойменных уровня, что свидетельствует о неоднократных тектонических импульсах [6].

В южной части Мугаджар низкогорье обрамлено холмистым рельефом, развитым на

рыхлых, преимущественно глинистых породах мела и палеогена.

Песчаные четвертичные отложения предгорий отличаются повышенным содержанием неустойчивых при выветривании минералов (пироксен и амфиболы), в составе легкой фракции этих пород в большом количестве содержатся полевые шпаты. И те, и другие минералы служат при почвообразовании важным источником оснований. Значительное количество щебня является источником пополнения почвы илистыми частицами, образующимися в процессе выветривания, которое интенсивно происходит в поверхностных горизонтах [7].

Ландшафтно-геохимическая структура, вследствие значительной расчлененности рельефа, отличается четкой типологической дифференциацией. На среднегорье (высоты 700–1000 м) господствуют элювиальные и трансэлювиальные типы фаций - гольцовые ландшафты с покровами каменных россыпей (рис. 3), при снижении отметок высот переходящие в горные кустарничково-моховые.



Рисунок 3- Горные ландшафты Мугоджар

Большая протяженность территории области с севера на юг и с востока на запад, равнинность рельефа, неоднородность литолого-геологического строения и различные условия залегания грунтовых вод обусловили характер почвенного покрова территории Актюбинской области.

Почвообразующие породы здесь образовались преимущественно из переотложенных продуктов выветривания кислых и средних коренных пород.

На горных и холмистых участках почвенный покров представлен слаборазвитыми почвами [8]. В строении профиля слаборазвитых почв наблюдается маломощный торфянисто-опадный и иллювиальный горизонты, этим они отличаются укороченностью профиля, большой долей щебня, имеют слабокислую реакцию.

Предгорная часть охватывает верховья рек Кобда, Илек, Киил, Орь. Территория представляет собой плоскую, местами пологоволнистую равнину с абсолютными отметками высот 40–90 м.

Почвы имеют маломощный профиль и значительную долю щебня в составе почвенных генетических горизонтов. На формирование химического состава почв предгорий

большое влияние оказывают факторы внутрипрофильного перераспределения веществ, обусловленные биохимическими процессами. Энергично идет образование кислых водорастворимых органических соединений - фульвокислот. Низкое содержание сильных оснований (Ca, Mg, Na, K) в золе при отсутствии их подвижных форм в горных породах обуславливает кислый характер почвенных растворов [9].

Изучение ландшафтно-геохимических особенностей низкогорий и предгорий Мугоджар было проведено нами в верхнем течении реки Илек (Мугалжарский район, 95 км южнее города Актобе).

В ходе исследований описаны основные типы топогеосистем и их сопряжения на ландшафтно-геохимических профилях (катенах), пересекающих различные элементы рельефа. В пределах каждой ландшафтно-геохимической катены, в зависимости от ее протяженности, были сделаны 1-2 почвенных разреза и отобраны пробы из различных генетических горизонтов почв. Отбор проб сопровождался описаниями морфологии почвенного профиля. Также были отобраны пробы донных отложений реки Илек.

Почвенный покров исследуемого района представлен злаково-полынной сухой степью на светло-каштановых и серозёмных слабосолонцеватых почвах. Почвообразующими породами служат глинистые и тяжелосуглинистые четвертичные отложения, которые на юге в наиболее высоких (выше 150 м над уровнем моря) и наиболее расчлененных овражной сетью участках сменяются супесчаными и среднесуглинистыми отложениями, представляющими древние аллювиально-делювиальные отложения. В южных отрогах Мугаджар почвы развиваются на элювии плотных кристаллических пород, песчаников, сланцев и на соленосных третичных глинах [10].

Методика закладки почвенного профиля показана на рис. 4.

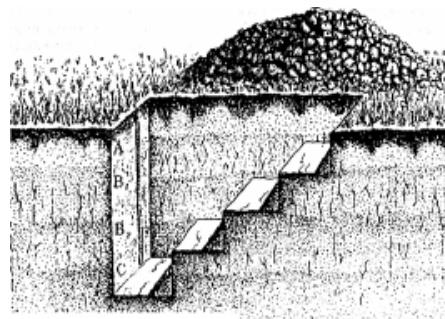


Рисунок 4- Почвенный разрез

Глубина почвенного разреза определяется мощностью почвенного профиля, т.е. глубиной залегания нижних горизонтов почвы.

Обычно считают, что почвообразующую породу достигли, когда в разрезе вскрывается однородная толща, не подразделяющаяся на различные по строению и составу горизонты.

Форма почвенного разреза прямоугольная, ширина его обычно составляет 70-80 см, длина - 1,5-2,0 м в зависимости от глубины. Размеры почвенного разреза должны быть такими, чтобы исследователь мог удобно расположиться в разрезе и работать там. Одну из стенок, так называемую «переднюю стенку», делают вертикальной. На ней ведут основное исследование почвенного профиля. На противоположной стенке делают ступеньки. Длинные стенки, называемые боковыми, используют для дополнительного исследования почвы.

Процессы почвообразования изменяют отдельные свойства почв, почвенные горизонты и почвенный профиль, а на молекулярном уровне определяют процесс гумификации, обменные реакции, изоморфные замещения в минералах, окисление и восстановление соединений в почве. А эти процессы, в свою очередь, изменяют такие свойства почвы, как плотность, водопроницаемость, влагоёмкость, способность фиксировать органическое вещество и т.п. [11].

Поэтому мы и придаём большее внимание изучению морфологических признаков и химических свойств почвенных профилей разных подтипов и разновидностей почвенного покрова исследуемой территории.

Химические анализы отобранных образцов почв с каждого горизонта определялись по ГОСТам. Органическое вещество определялось по Тюрину (ГОСТ 26213-91), pH определяли по методу Каппена (ГОСТ 26212-91). Катионно-анионный состав водной вытяжки определялся по ГОСТам: 26424-85, 26425-85, 26426-85, 26428-85, 26951-86. [12]

Определение содержания микроэлементов в почвах и донных отложениях выполнено методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии в лаборатории ГУ «Тобыл-Торгайский департамент экологии по г. Актобе».

Для характеристики распространённости и перераспределения веществ в геосистемах вычислены кларки концентрации элементов (КК) - отношения их содержания к кларкам почв по А. П. Виноградову, коэффициенты радиальной дифференциации (Кр) - отношение содержания химических элементов в органогенных горизонтах к почвообразующим породам, коэффициенты латеральной дифференциации (Кл) - отношение содержания элемента подчиненных ландшафтов к геохимически автономным. Результаты анализов представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1  
Состав водной вытяжки светло-каштановых почв 2014 г.

№	Генетический горизонт, см	pH	Анионы мг-экв./ %				Катионы мг-экв./ %		
			CO <sub>2</sub>	HCO <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
1	A 0-25	4,5	Не обн.	<u>0,51</u> 0,003	<u>1,4</u> 0,05	<u>0,053</u> 0,003	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,08</u> 0,001	-
2	B 25-45	5,1	Не обн.	<u>0,525</u> 0,032	<u>1,2</u> 0,04	<u>0,17</u> 0,008	<u>0,13</u> 0,0025	<u>2,25</u> 0,027	-
3	BC 45-65	5,54	след	<u>0,54</u> 0,033	<u>1,8</u> 0,06	<u>0,027</u> 0,0013	<u>0,75</u> 0,015	<u>1,75</u> 0,002	-
4	C 65-85	5,9	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2  
Содержание химических элементов (валовые формы) в природных объектах

Объект опробования	Cr	Ni	Fe	Cu	Pb	Cd
Почвы:						
Органогенные горизонты	<u>5,0</u> 0,13	<u>1,5</u> 0,40	<u>0,62</u> 0,45	<u>1,9</u> 0,49	<u>5,2</u> 0,86	<u>0,41</u> 0,82
Минеральные горизонты	<u>60,4</u> 0,37	<u>2,0</u> 0,63	<u>3,1</u> 0,95	<u>1,8</u> 0,73	<u>4,3</u> 0,65	<u>0,05</u> 0,16
Донные отложения	<u>27,5</u> 0,34	<u>1,2</u> 0,1	<u>2,0</u> 1,81	<u>1,2</u> 0,34	<u>22,3</u> 1,46	<u>0,02</u> 0,38
Почвообразующие породы	<u>65</u> 0,82	<u>2,5</u> 0,55	<u>1,1</u> 0,97	<u>1,12</u> 0,53	<u>12,7</u> 0,92	<u>0,09</u> 0,69

Примечание. Числитель – абсолютное содержание (микроэлементы – мг/кг), знаменатель – кларк концентрации КК (почвы – по отношению к кларку почв; породы и донные отложения – по отношению к кларку литосфера по А.П. Виноградову (справочник 1990 г.).

Величина водородного показателя водной вытяжки, по данным исследований, составила 4,5 – 5,9 ед. рН.

Из таблицы 2 мы наблюдаем значительное увеличение концентрации металлов: Cr, Ni, Cu, Pb, а также незначительное увеличение Fe, Cd. Средняя концентрация хрома в почве в десятки раз больше кларка почв. Повышенные значения свойственны только почвам аккумулятивного типа фаций. А также мы наблюдаем большое превышение концентрации этого элемента как в донных отложениях, так и в почвообразующих породах. Очевидно это связано как с естественным, так и с антропогенным геохимическим фоном данной территории, так как с 1936 года Актюбинская область является крупнейшей сырьевой и промышленной базой хромитов не только в СНГ, но и в мире.

Содержание свинца в почвах выше кларка. Повышенное содержание свинца отмечается на фоне близких к кларку показателей в почвообразующих породах. Высоким содержанием свинца характеризуются также донные отложения. Очевидно это связано с тем, что исследуемая территория (Мугалжарский район) является крупной узловой железнодорожной станцией с времён СССР.

Для никеля характерно очень сильное варьирование – диапазон его концентраций в пробах составляет от < 1 до 5 мг/кг. Наиболее высокие концентрации никеля характерны для глееподзолистых почв аккумулятивных полугидроморфных типов фаций. Концентрация кадмия варьируется весьма значительно, от < 0,05 до 0,75 мг/кг. Среднее значение (0,19 мг/кг) меньше кларка почв. Таким образом, литогенная основа ландшафтов характеризуется близкими к кларку концентрациями хрома, меди, свинца и обедненностью никелем и кадмием. Биологическое накопление с последующим закреплением в напочвенной подстилке и торфе приводит к аккумуляции в органогенных горизонтах хрома, свинца и меди.

На фоне околокларковых показателей большинства микроэлементов весьма активно происходит их вертикальное и латеральное перераспределение, что наглядно проявляется при исследовании состава генетических горизонтов различных типов почв [13].

Отсутствие накопления веществ в органоминеральном горизонте связано, прежде всего, с незначительным участием органического материала в его формировании, интенсивным вымыванием органических кислот и связанных с ними органоминеральных комплексов. Интенсивная миграция в нижние горизонты характерна даже для таких биофильных элементов, как свинец и медь [14].

При анализе распределения микроэлементов по профилю подбров четко выделяются две группы элементов: халькофильные элементы, относящиеся к группе биологического накопления (меди и свинца), содержание которых максимально в напочвенной подстилке, и сидерофильные элементы (хром, никель, железо), максимальное содержание которых наблюдается в нижней части профиля, на глубине 20-30 см. Интенсивность биологического накопления довольно велика, но при контакте с щебнистым элювием концентрация микроэлементов снижается [15].

Химическая характеристика почв аккумулятивного полугидроморфного типа фаций дается нами по результатам анализа образцов из почвенного разреза, заложенного на поверхности надпойменной террасы реки Илек. Аллювиальные почвы, описанные нами на участке поймы р. Илек развиты на поверхности, сложенной супесями и песками. В профиле почвы под слоем дернины залегает темно-серый супесчаный горизонт со слабо вы-

раженной слоистостью. В нижней части профиля наблюдаются бурые пятна и железистые конкреции. Проведенные анализы микроэлементного состава свидетельствуют, что для аллювиальной почвы характерны равномерное распределение в профиле меди, хрома и свинца и незначительная элювиально-иллювиальная дифференциация никеля и кадмия с накоплением в дерновом горизонте.

Таким образом, можно сделать вывод, что особенности радиальной и латеральной миграции элементов в большой степени зависят от геохимических свойств каждого элемента. Биогенная аккумуляция характерна для халькоильных элементов (Cu, Pb), что выражается в увеличении содержания этих элементов в поверхностных горизонтах почв. Преобладающими факторами формирования химических свойств почв являются природные процессы: геоморфологические и климатические условия расположения территории, распространение почвообразующих пород, особенностями биологического накопления микроэлементов, характером геохимических барьера. Для полугидроморфных условий с господством восстановительной глеевой обстановки характерно интенсивное накопление хрома. В кислых почвах повышается доля подвижного железа, осаждение которого отмечено в поймах и донных отложениях реки. Содержание микроэлементов в породах и почвах на горных и холмистых участках Мугоджарских гор в среднем выше, чем на равнинных территориях, однако превышение кларков фиксируется спорадически.

#### Список литературы

1. Физическая география Республики Казахстан: Учеб. пособие. - Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилёва, «Аркас», 2010. - 592 с.
2. Национальный Атлас Республики Казахстан: «Природные условия» / Институт географии. - Т. 1. - Алматы, 2010.
3. Ажигали С.Е. Древности «Страны-кратера»: об истории и культуре кочевого Арало-Каспия. - Алматы, 2006. - 64 с.
4. Исаченко А.Г. Учение о ландшафте и физико-географическое районирование. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1992. - 56 с.
5. Абдулин А.А. Геология Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1981. - 312 с.
6. Аристархова Л.Б. Геологические критерии классификации структур, обусловленных соляной тектоникой // Вестн. МГУ. - Сер. географ. - 1966. - Сб. 5.
7. Аубекеров Б.Ж. Континентальные четвертичные отложения Казахстана: Автореф. дисс. ... д-ра геол.-минер. н. - Алма-Ата, 1992. - 35 с.
8. Беспалов В.Ф. Геологическое строение Казахской ССР. - Алма-Ата: Наука, 1971.
9. Аржанова В.С. Геохимия ландшафтов и техногенез / В.С. Аржанова, П.В. Елпатьевский. - М.: Наука, 1990. - 196 с.
10. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. - М.: Астрея-2000, 1999. - 763 с.
11. Каучирев И.С. Практикум по почвоведению / И.С. Каучирев, Н.Ф. Ганжара. - М.: Изд-во Колос, 1979. - 209 с.
12. ГОСТ 28168-89. Государственный стандарт СССР. Почвы, отбор проб.
13. Гаврилова И.П. Особенности распределения микроэлементов в почвах на покровных суглинках средней тайги Западной Сибири / И.П. Гаврилова, И.А. Павленко // Микроэлементы в ландшафтах Советского Союза. - М.: Изд-во МГУ, 1969. - С. 13-24.
14. Добровольский В.В. Динамика массообмена металлов в ландшафтно-геохимических условиях Среднего Урала / В.В. Добровольский, Ю.Л. Мельчаков // Природные и антропогенноизмененные биогеохимические циклы // Тр. биогеохимической лаборатории. - Т. 21. - М.: Наука, 1990. - С. 89-99.
15. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 277 с.

Получено 24.11.2014

---

УДК 49.29

**К.Т. Исаков, А.Б. Сержанов, Б. Шолпанбаев**

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

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕОРАДАРА «ЛОЗА-В»  
И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РАДАРОГРАММ**

В данной работе приведены инженерно-технические приемы по интерпретации радарограмм. С этой целью проведены экспериментальные исследования с помощью георадара «Лоза-В» для интерпретации радарограмм, полученных от искусственных объектов. Задачей исследования является геофизическое обследование структуры подстилающих слоев и искусственных объектов для получения аналогов радарограмм. Проведённые эксперименты позволяют выработать технологию по интерпретации реальных георадарных данных от неизвестных объектов, а также позволяют решить обратные задачи по определению геоэлектрических свойств сред [1].

Современное состояние методов практической интерпретации заключается в сравнении полученных радарограмм с имеющимися в базе стандартными видами, а также дополнительными расчетами, основанными на теории распространения волн в среде [2]. В инструкциях, прилагаемых к георадарам, описания методов интерпретации отсутствуют [3]. Результат интерпретации существенно зависит от опыта геофизика –интерпретатора и навыков чтения радарограмм, что вносит субъективные факторы в процесс обработки данных [4].

Применение георадаров при восстановлении структуры подземной среды может быть сведено к решению некорректных задач для уравнений гиперболического и параболического типов, и алгоритмы такого сорта задач изложены, например, в работах [5, 6]. В настоящее время методика интерпретации радарограмм может быть усовершенствована на основе новых достижений теории обратных задач.

Узким местом в применении георадаров является сложность интерпретации данных, требующая на современном этапе привлечения высококвалифицированных специалистов. Формирование собственных методов интерпретации данных георадиолокации способствует сохранению конфиденциальной геофизической информации.

В рамках проекта по договору № 470 (1) от 07.03.2014, создан учебный лабораторный полигон (76 км от города Астаны в северо-западном направлении). На этом полигоне размещены искусственные объекты: «Железная бочка», «Руда в мешке», «Латуневый лист», «Бочка пластиковая и алюминиевый кабель», «Медный кабель», «Металлические листы», «Землянка» (рис. 1). Объекты закопаны на глубину порядка 2-3 метров и помещены в среду «Речной песок».

В качестве примера ниже приведены результаты исследований на экспериментальном участке следующих искусственных объектов полигона: «Руда в мешке», «Медный кабель».

Задача исследования: геофизическое обследование структуры подстилающих слоев и искусственных объектов для получения радарограммы и ее интерпретация. Постановка задачи требует применения неразрушающего, быстрого метода, дающего представление о структурах слоев с точностью  $\pm 0,1$  м.



Рисунок 1 - Объекты лабораторного полигона

Эксперимент выполнен с помощью геофизического комплекса «Лоза», антенн 150 см, 100 см и 50 см, с шагом по профилю 20 см, 10 см и 5 см. Глубина зондирования - до 256 нс. Основной режим – логарифмический.

Ожидаемый результат: выявление точного сигнала, полученного от отражения от наших мишеней, что необходимо для изучения свойств сигнала и математического моделирования при решении обратных задач.

*Мишень 1. «Руда в мешке».* Пенка руды закопана на глубину 2 метра (рис. 2), длина рва составляет 210 см, ширина - 62 см (рис. 3). Измерения проводились два раза, направления показаны на рис. 7.



Рисунок 2 – Объект «Руда в мешке»

На рис. 3 показан эскиз объекта «Руда в мешке».

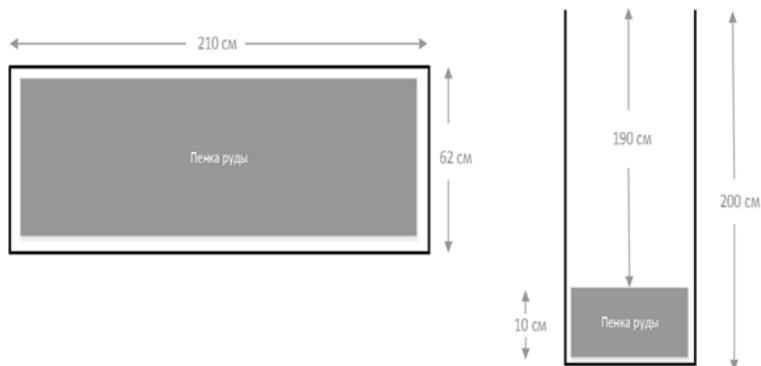


Рисунок 3 – Схема расположения объекта «Руда в мешке»

*Мишень 2. «Медный кабель».* Медный кабель закопаны на глубине 122 см (рис. 4), длина рва составляет 319 см, ширина - 73 см (рис. 5). Измерения проводились два раза (рис. 6).



Рисунок 4 – Объект «Медный кабель»

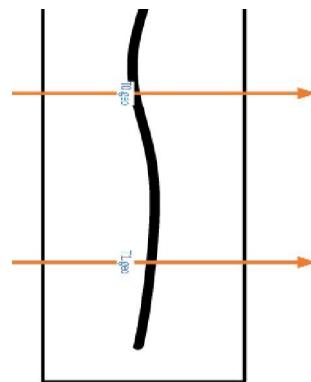


Рисунок 5 - Направления зондирования

На рис. 6 показан эскиз объекта «Медный кабель».

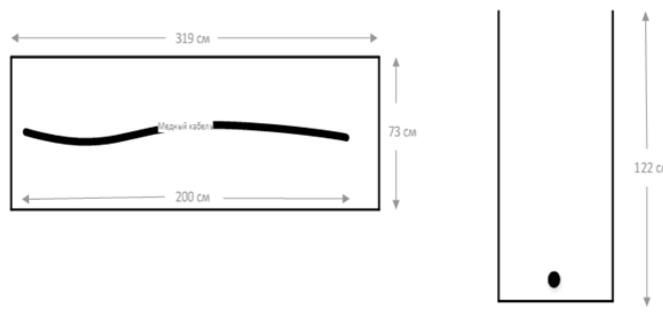


Рисунок 6 – Схема расположения мишени

Техническое описание эксперимента «Руда в мешке»: тип использованной антенны - 100 см, расстояние между профилями - 20 см, расстояние между антеннами - 50 см, длина профиля - 280 см. На рис. 7 и 8 приведены схема измерений и радарограммы (данные с интерфейса программы «Крот»).

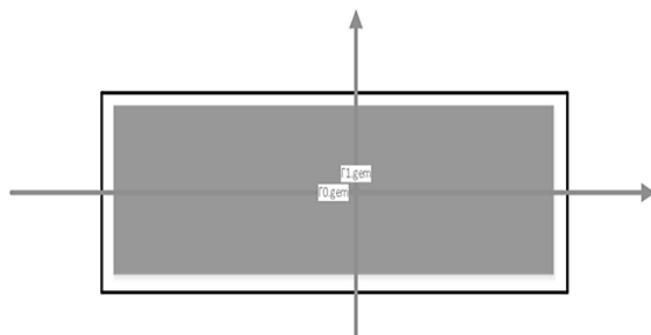


Рисунок 7 – Направления зондирования

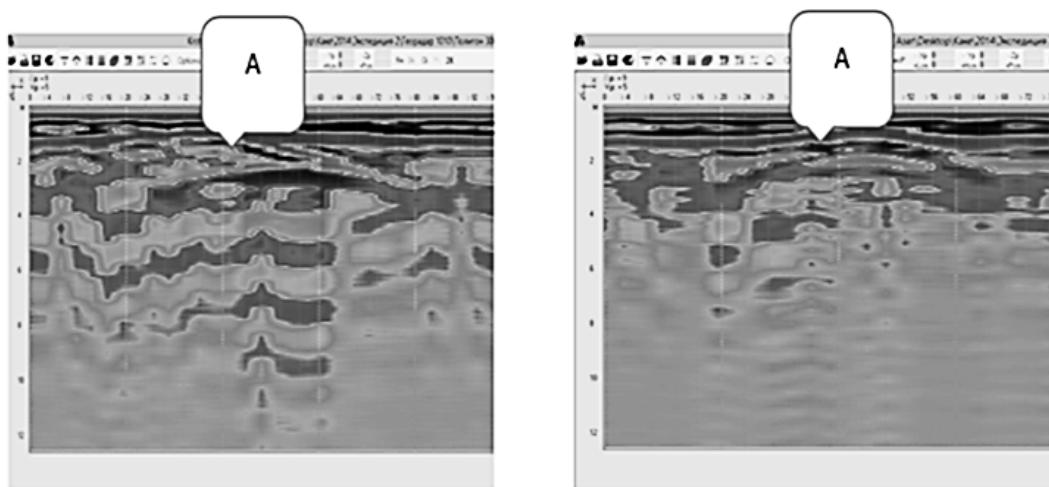


Рисунок 8 – Г0 и Г1 geo файлы

На рис. 8 цифры слева направо по оси абсцисс – это координата в метрах, измеренная вдоль профиля, вертикальная шкала – время регистрации сигнала приемной антенной в нс.

По следующей формуле находим скорость распространения сигнала:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

где  $c = 3 \cdot 10^8$  (м/с) – скорость света в вакууме,  $\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость.

Тогда скорость распространения сигнала:

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{23}} = 62,554 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Расчеты глубины ( $h$ ) залегания мишени определяются по следующей формуле:

$$h = v \cdot t,$$

где  $v$  – скорость распространения сигнала,  $t$  – время прихода сигнала.

$$h = 62,554 \cdot 10^6 \cdot 3,13 \cdot 10^{-8} = 1,95801 \text{ м.}$$

Исходная глубина расположения мишени  $h_r = 190$  см, экспериментальная глубина  $h_s = 196$  см, т.е. погрешность измерений составляет порядка 6 см.

*Разъяснение к радарограмме.* С помощью программы «Крот» были построены радарограммы, из которых можно увидеть, что темный слой пересекается со светлым цветом (области отмечены буквой «A»). Георадар «Лоза-В2» точно определил место расположения объекта «Руда в мешке».

По результатам анализа удалось выявить объект «Руда в мешке». Фильтрации НЧ1 – «косинус квадратный» низкочастотный фильтр, и НЧ2 - низкочастотный реверсивный фильтр с прямоугольной импульсной характеристикой, четко вырисовывают градиенты мишени. Экспериментальные данные совпадают с реальными данными с погрешностью 6 см.

*Техническое описание эксперимента «Медный кабель»:* длина профиля - 319 см, тип кабеля - медный кабель, длина кабеля - 200 см, диаметр кабеля - 1,5 см.

Технические характеристики для первого зондирования: Файл T0.geo: тип использованной антенны - 50 см, расстояние между профилями - 10 см - расстояние между антеннами - 20 см.

Технические характеристики для второго зондирования: Файл T1.geo: тип использованной антенны - 50 см, расстояние между профилями - 5 см, расстояние между антеннами - 20 см. Описание мишеней.

На рис. 9 приведены схема измерений и радарограммы (данные с интерфейса программы «Крот»).

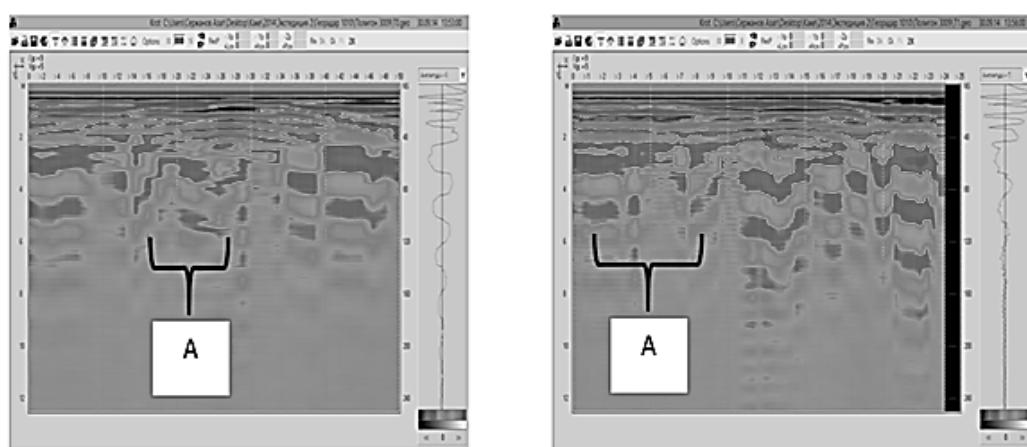


Рисунок 9 – T0.geo файл и T1.geo файл

На рис. 9 справа показана амплитуда сигнала по времени [3]. Положительная часть отмечена черным цветом и отрицательная часть - светлым цветом. В зависимости от уменьшения величины изменяется и их тональность по цвету.

Примечание: в оригинале от данных программы «Крот», если привести радарограммы в цвете, то максимальное значение амплитуды в положительной полуоси отмечено красным, а в отрицательной полуоси – синим (см., например [1]).

Аналогично первому случаю вычислим глубину залегания кабеля (h):

$$h = 62,554 \cdot 10^6 \cdot 2,1591 \cdot 10^{-8} = 1,3506 \text{ м.}$$

Исходная глубина залегания кабеля  $h_r = 122$  см, экспериментальная глубина  $h_s = 135$  см. Тогда погрешность составляет порядка 13 см.

*Разъяснение к радарограмме.* Из радарограммы можно увидеть, что темный слой пе-

рессекается со светлым цветом (рис. 9), отраженные сигналы резко отличаются цветами. Буквой «А» отмечен кабель. Георадар «Лоза-В» примерно определил местоположение кабеля. Но отраженные сигналы мешают даже при фильтрации НЧ1 и НЧ2.

По результатам анализа удалось выявить кабель. Фильтрации НЧ1 – «косинус квадратный» низкочастотный фильтр, и НЧ2 – низкочастотный реверсивный фильтр с прямоугольной импульсной характеристикой, четко вырисовывают градиенты мишени. Экспериментальные данные совпадают с реальными данными с погрешностью 13 см.

При исследовании реальных неизвестных объектов мы получили радарограммы, но возникли сложности с ее интерпретацией. Нам неизвестно, какой сигнал отражается от неизвестного объекта. В результате эксперимента мы поместили объекты в четырехслойную среду: «Воздух», «Речной песок», «Объект» и подстилающий слой – «Суглинок». Очевидно, что нам известны все геоэлектрические свойства указанных сред. Таким образом, мы имеем «Чистый сигнал», отраженный от наших «Мишеней». В дальнейшем мы можем решить прямую задачу по распространению электромагнитных волн в известную среду и тем самым определить теоретический отраженный сигнал и сравнить с экспериментальным отраженным сигналом. Это позволит правильно сформулировать математическую модель обратной задачи и тем самым разработать собственную методику по интерпретации радарограмм [7].

Работа поддержана грантом МОН РК по Договору № 470 (1) от 07.03.2014.

#### Список литературы

1. Кабанихин С.И. Алгоритмы и численные методы решения обратных и некорректных задач / С.И. Кабанихин, К.Т. Исаков, М.А. Бектемесов и др. – Астана, 2011. – С. 328.
2. Гринев А.Ю. Вопросы подповерхностной радиолокации / А.Ю. Гринев и др. / «Радиотехника». 2005. – С. 415.
3. Инструкция по настройке георадара и подготовке его к проведению измерений. Георадары серии «ЛОЗА». Модели «В», «В1», «В2», «Н» и «Н1». – М.: ООО ВНИИСМИ. – 53 с.
4. Владов М.Л. Введение в георадиолокацию / М.Л. Владов, А.В. Старовойтов. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 153 с.
5. Романов В.Г. Обратные задачи геоэлектрики / В.Г. Романов, С.И. Кабанихин. – М.: Наука, 1991. – 303 с.
6. Кабанихин С.И. Оптимизационные методы решения коэффициентных обратных задач / С.И. Кабанихин, К.Т. Исаков. – Новосибирск: Изд-во НГУ. – 2001. – С. 316.
7. Кусаинова А.Т. Решение обратной коэффициентной задачи с помощью метода конечных разностей во временной области / А.Т. Кусаинова, К.Т. Исаков // Междунар. конф. «Алгоритмический анализ неустойчивых задач», 10-14 ноябр. 2014 г. – Челябинск, 2014.

Получено 17.12.2014

---

ӘОЖ 631.459:631.61

**А.М. Нұрғызынов, Е.А. Назаров, А.Ж. Шарипова**

Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.

**Г.Е. Садықанова**

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен қ.

#### АРАЛ ӨҢІРІН КӨГАЛДАНДЫРУДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРИ

Қоршаған ортандың құрамынан беліктердің ішінде өсімдік өлемі ерекше орын алады. Жер бетінде тірі өлемді қалыптастырып, үстап түрған өзегі - өсімдік. Ағашы мен бұтасы, көпжылдық пен біржылдық шөптері, санырауқұлағы мен балдырлары, микро-

организмдері, оларды паналайтын жан-жануарлары бар өте құрделі қауымдастық құрайтын олар кез келген аймақты коршаған органың жай-қүйі қандай екенін көрсететін өлшем құралы іспеттес. Өсімдік әлемінің ішінде орманның орны ерекше, өйткені жалпы өсімдік қауымдастыры жасайтын фитомассаның 82 %-ын орман ағаштары береді. Қазақстан аумағында орман аз және оның көлемі әр облыстың аумағында бірдей емес. Орманы ең көбі шығыс Қазақстан облысында республикалық аумақтан алғанда 14,2 % болса, Атырау облысының жерінде небары 0,3 %-дан аспайды. Ежелден жері орманға кенде Қызылорда облысы. Мұнда орманға саналатын төл ағаштарының көпшілігі қатты жапырақты топқа жататын көдімгі сексеуіл (*Haloxulon persicum*) мен ылғалды жерлерде өсетін сиректеу терек, тал, қарағаш, тораңғыл және жиделі тоғай.

Сексеуіл өзен алқаптарынан шалғай жатқан субаэралдық аймақтағы саздақ жазықтарда, төбелер мен шабыр құмдардың етегін алып жатады. Шөлейт аймақтың биологиялық өнімділігін көтеретін сексеуіл орманы. Ол бір маусымда гектарына 5,0 центнерге дейін құрамында каротин, қант және басқа биологиялық белсенді заттары мол органикалық зат жинаиды. Сексеуіл орманының арасында қуаңшылық жерге бейімделген мал азықтық майда шөп өседі, қыста малға ықтасын болады. Бұрын шығыс Арап өнірінде сексеуілі мен гидроморф жерде өсетін тоғайы бар жалпы орманға саналатын ағашты жердің көлемі 2,9 млн гектардан артырып болды. Соның 2,5 млн гектары сексеуілдің үлесіне тиетін еді. Соңан қазір қалып тұрғаны 2,0 млн гектардан сөл асады; оның 1751,0 мың гектары сексеуіл (87,06 %) және 260,0 мың гектары (12,94 %) ылғалды жерлердегі жиделі-бұталы тоғай. Соңғы жылдары өнірдің жаппай қуанданысты етек алған экологиялық жайсыз құбылыс табиғатты аздырып, көгал мен орман-тоғайға орасан ауыр зардабын тигізді.

Сонымен бірге Арап тенізінің қазақстандық бөлігіндегі құрғаған орнында пайда болған ауқымы (21,4 мың  $\text{km}^2$ ) үлкен сусыз дала өнірдің ауыр экологиялық жағдайын бұрынғыдан әлдеқайда күшеттіп жіберді. Теніз тартылған алғашқы кезеңде оның құрғаған орнынан жемен көтерілген тұзды шаң бүкіл тірі табиғатқа қасірет өкелді [1,2]. Тұзды шаңның таралуын тоқтату мақсатында Қазақстан Республикасы арнайы бағдарлама қабылдап, оны Қазақстан ормандары бағдарламасына кіргізді. Сол бағдарлама аясында 1994-2010 жылдарда Арап өнірінде экологиялық жағдайды тұрақтандыру, тұзды шаңның жемен көтерілуін тоқтату және Сырдарияның атыраулық аймағын шөлге айналып кетпес үшін алдын алу мақсатында бірқатар құрделі жұмыстарды орындау қолға алынды. Оны орындау арнайы құрылған проблемалық «Арап» зертханасына жүктелген болатын. Зертхана өз кезегінде теніздің құрғаған жеріне жарамды ағаш-бұталарды анықтап, оларды егу технологиясын және тұқымын дайындады. Сөйтіп, Арап тенізінің құрғаған орнында 20,0 мың гектар жерге орман мелиоративтік жұмыстарын орындауға тиіс болды. Бірақ жұмыстардың орындалуы мардымсыз болды да, 90-шы жылдардың ортасында жылына 1,0 мың гектар жерге сексеуіл тұқымы себіліп, жүздеген гектарға оның көшеттері отырғызылып келді. Осы кезге дейін атамыш мекеме 10,0 мың гектар жерге бұталы алқаптар жасады деген мәлімет бар. Сол кезде оған Германияның техникалық қофамы белсенді қатысып, едөуір жерге сексеуілдің тұқымын септі және 30 гектар жерге сексеуілдің көшеттің дайындайтын тұқымбағын салды. Арап зертханасының мамандары сексеуіл көшеттерін жүйектеп (борозда) егу әдісін де қолданып жүрді. Бірақ сол көшеттер мен тұқымнан сексеуіл орман болмады. Оның негізгі себебі - судың тапшылығы. Бұл өнірде жауатын жауын-шашын өте аз және ол өсімдіктің вегетациясынан тыс кезде жауады (күз, қыс). Соңан грунта өсімдікке қажетті судың қоры болмайды. Сексеуілдің тұқымын сеуіп, көшеттің отырғызу техниканың көмегімен орындалғанда, оны орындаушылар техника жүретін саздақ грунты жазықтарды тандайды. Ондай

телімдерде گрунт көп қабатты және ол қабаттар механикалық құрамы әртүрлі шөгін-ділерден жиналған. Сол себепті терең қабаттағы ылғал жоғары жылжымайды және жауын сұы да گрунтқа сіңбей, тез буланып кетеді. Демек, ондай گрунт көбінесе құрғақ тұрады. Сексеуілдің өспейтіні сонан.

Сексеуіл шөл даланың ғажайып өсімдік механикалық құрамы жеңілдеу, қуыстылығы (порозность) жоғары گрунт пен құмы қалың телімдерді қалайды. Оның тамыры өте терең бойлап, қабаттағы тұшы судың қорын пайдаланады. Жаздың шыжыған ыстығында құмның беткі қабаты өте қатты қызды, қызған ауа оның арасындағы ірі қуыстар арқылы төмөндегі сулы қабатқа жеткенде суды буландырады. Ол бу жоғары көтеріліп, тұнгі салқынмен тамшы суға айналады. Сексеуілге керегі сол. Арап теңізінің құрғаған орнында табиғи жолмен өсken сексеуіл ормандары Қарашоқаттан Ұзынқайырға дейін және Қасқақұланның шығыс жағында бар.

Теніз тартылған алғашқы кезде судан босаған жас گрунттың бетінен тұзды шаң желмен көтерілген болатын. Сонан бері өткен 45 жылда теңіздің тартылуы біршама тұрақтанды және گрунттың беті әртүрлі болып бекіді. Осы уақыт ішінде қалыпты ырғақпен табиғат өзі өнімді жұмыс істеді. Соның нәтижесінде қыртөбелерде жусан (*Atemisia terraе albae*), әртүрлі эфемерлер мен қара шөптер, төбелер арасындағы тақырлау жазықтарда бүйірғұн (*Anabasis salsa*), кебірлерде қарабарқын (*Halostachys caspica*), жыңғыл (*tamarix*) және әртүрлі шөптер گрунт бетін желдің өтіне берілмейтін етті. Сөйтіп, ауқымы үлкен жусанды, сарсазанды далалар пайда болады. Теніз орнының ауқымды бөлігін жауып тұрған сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*). Қасқақұланның шығыс жағындағы жыңғылды жазығының көпшілігінде сарсазан өте қалың өсken. Оның жобалық жабыны 92-95 %, яғни арасында ашық аланқайлар кездеспейді. Сарсазан өсетін گрунттың ерекшелігі бар. Мұнда گрунт өте майда құмлай-алеврит шөгіндіден жиналған. Құрамындағы тұздың көпшілігі тенардит (суыз натрий сульфаты- $Na_2SO_4$ ). Грунттың беті (0-5 см) өте майда үлпілдеген тенардит массасы. Соған сарсазанның тұқымы түсіп, араласады. Салқын кезде (куз, қыс) жауған жауын сұын тенардит сіңіріп, құрамында 10 молекула сұы бар мирабилитке ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ) айналады. Сонан گрунттың беткі қабатында ылғалдық қоры пайда болады. Ол су оңайлықпен буланбайды, тек жаз ортасында қатты ыстық болғанға дейін. Сол сүмен сарсазанның тұқымы көктейді және оны өсімдіктің өзі де сіңіреді. Сарсазанның қалың өсетіні сонан. Сол себепті жерді жыртып, сарсазанның тұқымын себу нәтижесіз болады. Ол тек табиғи жолмен ғана тәуір өседі. Ендігі жерде араптың құрғаған орнын өсімдік жабынымен жабуды табиғат өзі орындаиды [3, 4].

Қазіргі кезде солтүстік Арап теңізін толтырудың екінші кезеңіне арналған САРАТС-2 жобасы қолға алынды. Жоба солтүстік Арап теңізін табиғи деңгейіне дейін толтыруды, теңіз жағалауындағы құрғағ жатқан көлдерді суландыруды және Арап өнірін көгалданыруды көздейді. Сол жобаның бағдарламасы аясында көгалданыру жұмыстарын елді мекендерде, олардың төнірегінде және су көзіне жақын телімдерде жүргізу нәтижелі болады. Оған елді мекендердің тұрғындары түгел катысады. Тұрғындар бау-бақша, мол азықтық дақылдар, жергілікті жердің табиғатына бейімделген ағаштар мен бұталар егеді. Сонда ғана көгалданырудың нәтижесі көзге көрінеді. Өнірде адамға және жан-жануарларға жайлы миқреклимат қалыптастырады, әлеуметтік-экономикалық жағдайды көтеруге ықпалын тигізеді. Көгалданыруды осылай үйімдастыру нәтижелі болатынын Қазалы ауданы көрсетті. Мұнда аумағы 32 гектар бұрынғы «Ояз бағы» деген телімде тұқымбағы салынды. Онда ағаштардың (тал, терек, сексеуіл, тұя (қылқан жапырақты), арша, мамыргұл, жеміс ағаштары, бұталар) тұқымы себіліп, көшеттері дайындалады. Жыл сайын олардың көшеттері аудан деңгейінде сұранысты толық қамтамасыз етеді. «Ояз бағында» өсірілген көшеттерді теңіз жағалауындағы елді мекендер пайдалануына болады. Демек, Арап өнірінде «Қазақстан

Республикасының 2007-2024 жылдары орнықты дамуға көшу бағдарламасы» аясында тиімді жұмыстар орындауға объективті алғышарттар қалыптасып отыр.

Мәселенің түйіні:

- Теніз тартылған алғашқы кезеңде судан шыққан жас грунттың бетінен желмен көтерілген тұзды шанды тоқтату үшін арнайы бағдарлама жасалып, теніздің құргаған орнында сексеуіл егу жұмыстары жүргізілген болатын, бірақ түрлі себептермен күткендей нәтиже бермеді.

- Соңғы жылдарда теніздің құргаған орнындағы грунт бетінде тұрактану процесі жүрді. Әртүрлі телімдерде грунттың механикалық құрамы мен ондағы тұздың концентрациясы мен құрамына байланысты әртүрлі топқа жататын шөп жабыны жетіліп, ауқымы үлкен жусанды, бұйыргұнды, сарсазанды, сексеуілді далалар пайда болды. Саздақ кебірлерде ксерофит бұталар аралас сорандар мен эфемерлер өсті, ал судан жақында шыққан грунт бетінде қатты қабыршак пайда болды. Осының бәрі теніздің құргаған орнынан тұзды шандың желмен көтерілуін тоқтатты. Бұл табиғаттың жасам-паздық ісі алдағы уақытта қалыпты ырғақпен жалғаса береді.

- Қазір Арап өнірінде солтүстік Арапды бөлектеудің екінші кезегін (САРАТС-2) жүзеге асыру қолға алынды. Соған орай өнірді қөгалданыру сол жобаның құрамасы бөлігі ретінде елді мекендерде, солардың төнірегінде және су көзіне жақын телімдерде жүргізілуі тиіс. Сонда жергілікті тұрғындар қөгалданыру жұмыстарына белсенді қатысады, бау-бақша, мал азықтық дақылдар егеді, ағаш-бұталар отырғызылады. Бұл экологиялық және әлеметтік-экономикалық жағынан өте тиімді болмақ.

Әдебиет

1. Антропогенное опустынивание почв Приаралья. - Алма-Ата: Наука, 1984. - С. 4-27.
2. Нұрғызыарынов А. Арап өнірінде өндірісті экологияландыру (Қызылорда облысы) / А. Нұрғызыарынов, К. Шапшанов. - 2001. Алматы. НЦПФЗОЖ. - 135-141 б.
3. Нұрғызыарынов А. Арапдың экологиялық тынысы. - Алматы: Ғылым, 2006. - 84-95 б.
4. Арапдың құргаған орнындағы жаңа құрлық және оны шаруашылыққа игеру жолдарын зерттеу. 2007-2009 жж. Ғылыми есеп Қорқыт-Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті.

Получено 22.10.2014

---

УДК. 502:581.1

**А.М. Нұрғызыарынов, Е.А. Назаров, А.Ж. Шарипова**

Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.

**Г.Е. Садықанова**

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Өскемен қ.

**АРАЛ ТЕНІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ОРНЫНДА ТАБИҒИ КЕШЕНДЕРДІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ  
ЖӘНЕ ТОПЫРАҚТЫҢ МЕЛИОРАТИВТІК КҮЙІ**

Арап тенізі ұзақ уақыт Тұран шөлінде тірі табиғатқа жайлай жағдай қалыптастырып тұрған ерекше географиялық нысан болды. Алайда соңғы кезде теніздің деңгейін үстап тұрған Сырдария мен Әмудария өзендерінің бассейндерінде суармалы егістің көлемі көбеюіне байланысты басталған су тапшылығы өнірдің экологиялық жағдайын

киындытып жіберді. 1986 жылдың өзендердің ағысы тенізге жете алмай егіс алқаптарына тарап тоқтады. Соңан Арап тенізінің қазақстандық бөлігінде ауқымы  $21,4 \text{ мың км}^2$  сусыз шөл дала пайда болды. Қазір осы өнірдің онсыз да нәзік кешенін бұрынғыдан да әлсіретіп, табиғаттың тұтастығын сактап тұрған терең-тендікке жағымсыз ықпалын тигізуде. Мұнда климат режимі оны айнала қоршаған Тұран шөлінің ықпалымен қалыптасуда. Сол себепті континенттік белгілері бұрынғыдан қүшейіп, теніздің құрғаған орнында көп құрамды биологиялық әлемнің қалыптасу процесін шектеуіш фактор болып тұр.

Құрғаған теніз орнының жалпы бедері - жазық дала. Мұнда ауқымы үлкен жазық жерлер, шала бекіген жатаған құм төбелердің шоғыры, жалаңаш үрме және жал құмдар, ойдым-ойдым қара сорлар бедердің элементтерін құрайды. Құм төбелердің арасындағы аланқайларда әолдық, әрозия-аккумулятивтік, оқпанды, биогендік (төмпешіктер, қопақтар, шоқалақтар) және дефляциялық микроийпаттар көп кездеседі.

Құрлықтың әр бөлігінде бедері жазық, ауқымы үлкен «массагет», «құйылыс» және «жынғылды» жазықтары бар. «Массагет» және «құйылыс» жазықтарында көне заманда суармалы егіншілігі тәуір дамыған ел мекендерегін анықталағып отыр. Оны осы атамыш жазықтардан табылған елді мекеннің орны, мазарлары, ирригация жүйесінің анық сакталған элементтері, жармалар мен арық атыздардың фрагменттері айғақтайды.

Тарихи деректі мөліметтерге қарағанда, біздін жыл санағының әдін VII-V ғасырларда Сырдарияның төменгі ағысындағы аймақта алғашқы болып суармалы егіншілікпен айналысқан Massagет тайпалары мекендереген. Оナン беріректе I-II ғасырларда құрылған ұлы Құшан патшалығының құрамына кірген Кердери тайпалары осы Арап өнірінде егін егіп, мал баққан болса керек. Құшан мемлекетінің негізін салған да осы Кердери тайпалары, ал кердерілер қазіргі қазақ руладының бірінен саналады. Ерекше назар аударатын жай, ол Құшан мемлекеті қоғамдық дамуда Рим империясы және Қытаймен қатар тұрды. Осындағы мемлекеттің құрамында өмір сүрген кердерлердің тәуір дамыған ирригация жүйесі мен суармалы егіншілігін болуы әбден мүмкін [1].

Жаңа құрлықтың әр бөлігінде өсімдік қауымдастығының жетілуі бірдей емес. Тенізден босағанына 20-25 жылдай ғана болған батыс бөлігіндегі өсімдіктер қаралайым, түрлік құрамы жұтаң, биомассасы азғантай. Оның құрамында басым көшілігі топырақ құрылу процесіне биологиялық пайдалы әсері мен шаруашылық маңызы төмен ксерофит бұталар, сорандар мен эфемерлер. Мұнда ұзак мерзім теніз астында жатып шықкан ғрунтта өсімдік түрлерінің таралуы, топаралық өзара ауысуы (сукцессия) оның механикалық құрамы мен мелиоративтік күйіне байланысты өте баяу жүруде.

Теніз сүйнан арылғанына онша көп уақыт болмаған ғрунтта тұзға, әсіреле ғалитке (NaCl) төзімді биршылдақ сораң бірінші өседі. Оナン ары ғрунт құрғақ күйінде қалатын болса, оны бұталар аралас әртүрлі қарашөп ауыстырады. Ол шөптердің астында тұздың концентрациясы жоғары, құрамында галит (NaCl) көп, биологиялық белсенділігі төмен, сондықтан топырақ құрылу процесі сорлану қатарымен дамиды. Ондай топырақтың құрамында тұздың концентрациясы (құрғақ қалдықпен) 0-5 см-де 6,78 %, 5-57 см-де 2,44 % [2].

Механикалық құрамы женілдеу құрғақ ғрунтта ең алғашқы болып өсетін қарабарын (Halostachys Caspica) бұтасының арасынан соққан желден дефляциялық қазғанактар пайда болады. Оларда жиналған жауын сүйнан ғрунт беті сөл болса да тұщыланады. Соңан бұталардың арасында эфемерлер, қарашөптер, астық тұқымдастар өседі. Бұл жағдайда топырақ құрылу процесі онтүстік аймақтың субаэралдық топырақтар қатарымен дамиды. Тұздың концентрациясы 0-12 см-де 1,62 %, 12-44 см-де 1,31 %.

Құрамы саздақ ғрунтта әртүрлі бұталар мен шөптер калын шығады (Құйылыс). Мұнда топырақ құрылу процесі қуанданған гидроморф топырақ қатарымен дамиды. Бұл топырақ түрінде тұздың концентрациясы 0-20 см-де 1,89 %, 20-60 см-де 0,72 %.

Тенізден босағанына 50 жылдай болған шығыс бөлігінде және теңіздің бұрынғы жағалауында, құрғақ көлтабандар мен олардың төнірегіндегі гидроморф топырақтарда өсімдік қауымдастыры тәуір жетілген. Малға жайылым және шабындық болатын солар [1, 6].

Теніздің құрғаған орнында топырақ құрылу процесі терригендік (тегта - жер) және Арапдарияның бұрын теңізге құйған аванатырауындағы аллювийлік шөгінділерде жүруде. Шөгінділердің механикалық, химиялық және органикалық құрамдық бөліктері өртүрлі болғандықтан, пайда болған топырақтардың мелиоративтік қасиеттері жағынан өзара айырмашылығы бар. Теңіз табанының батыс бөлігінде орналасқан Массагет даласында گрунттың беті ұлпілдек және қабыршакты сор. Тұздың концентрациясы өте жоғары – 3,5-4,5, кейде 6,5 %. Тұздың құрамында галит ( $\text{NaCl}$ ) көп. Оナン шығысқа қарай орналасқан Құйылыс жазығында گрунттың құрамындағы тұз 2,5-3,5 %. Мелиоративтік күйі күрделі [3, 4].

Арапдарияның ескі арнасының аяғындағы аллювийлік گрунта пайда болған топырақ түрінде тұздың мөлшері (құрғақ қалдықпен) 0,5-0,7%. Мұндай жер көлемі 3,5-4,0 мың гектар. Бұған Сырдарияның арналық қырқасының, көларалық ойпаттардың және көлтабандардың топырағын қосса мелиоративтік күйі тәуір жерлердің көлемі 10-12 мың гектардай болады. Бірінші кезекте женіл-желпі мелиоративтік шараларды орындау арқылы егін егуге игерілетін осы жерлер.

Құрғаған көлтабандар мен теңіз қолтықтарындағы топырақ түрлерінде тұздың концентрациясы (құрғақ қалдықпен) жоғары емес және шала шіріген өсімдік тамырлары (қопақ) есебінен жұмсақ өрі қараширік (гумус) 1,60 %, жалпы азот 0,056 %, жалпы фосфор 0,096 % бар.

Осындағы құрғақ көлтабанға (бұрынғы Жыланды көлі) ауылшаруашылық дақылдарымен (қияр, помидор) далалық тәжірибе жүргізу үшін топырақтың құрамындағы тұздың концентрациясын (құрғақ қалдықпен) анықтағанда (2009 ж.) оның мөлшері 0-40 см-лік қабатта 0,692 % болды, яғни ондай топырақтың мелиоративтік күйін тәуір деп бағалауға болады. Демек, мұндай топырақ түрінде дақылдың қай түрі болса да (қүріштен басқа) егіп, тәп-тәуір өнім алуға болады. Топырақ профилінде тұз концентрациясын мұншалықты аз болуын ондағы тұздардың негізгі массасын су шайып кеткеннен деп қарастау керек. Бұл көлдің суы өте азы емес, кермек болатын. Өйткені көлде теңіз бен дарияның сулары араласып тұрды. Бірақ көлтабан сусыз, құрғақ күйде өрі шөбі жалаңаш ұзак жататын болса, онда терең қабатта жатқан тұзды су капилляр арқылы төмөннен жоғары қарай бір бағытта жылжиды. Сонда көлтабан, яғни гидроморф жерлер қайта сорланады. Мұндай жағдайда گрунт профилінің жоғарғы кабатындағы тұздың концентрациясы көбейеді, мысалы қашыртқы жүйесін салмай суармалы егін егілетін болса.

Атап айттын жай егін егуге жарайтын жердің биологиялық белсенділігін күшеттеп шаралардың, оның ішінде ауыспалы егіс енгізу, көпжылдық шөп себу арқылы топырақты биологиялық затпен байыту көмегімен жердің мелиоративтік күйін бақылаудан шығармай ұстап тұруға болады. Біздің жүргізген далалық тәжірибемізде көкөніс дақылдары қалыпты жағдайда өсіп-жетіліп, барлық фазалардан дер кезінде өтіп, ортадан жоғары, сапасы тәуір өнім берді [5].

Біздің пікірімізше, теңіз жағалауындағы мелиоративтік күйі тәуір жерлерді суармалы егін егуге пайдалану тиімді. Құрғақ көлтабандарда, көларалық ойпаттарда дәнді дақылдар, көкөніс, жеміс-жидек, мал азығы дақылдарын егіп, суармалы егіншілікті тәжірибене енгізуін тиімділік жоғары.

Казір Арап өніріндегі CAPATC (Сырдарияның арнасын реттеу және Арап теңізін сақтау) жобасының екінші кезеңі қолға алынып жатқанда теңіз жағалауындағы мелиоративтік күйі тәуір жерлерді суармалы егіншілікке пайдалану өнірде экологиялық және

әлеуметтік-экономикалық мәселелерді толық шешуге қол жеткізеді.

Қорытынды:

- Арал теңізінің қазақстандық бөлігіндегі құрғаған орнында табиғи кешендердің қалыптасуы баяу жүруде. Оны шектеуші өте қатан қуанданған климаттың өсері;
- әртүрлі шөгінділерде пайда болған топырақ түрлерінің мелиоративтік жағдайы бірдей емес. Байыргы терригендік шөгінділерде пайда болған топырақтың құрамында тұздың концентрациясы өте жоғары, сондықтан шаруашылық маңызы жоқ;
- дарияның аванатырауында, өзеннің арналық қырқасында, құрғаған көлтабанда-рында, көларалық ойпаттарда гидроморф топырақтардың құрамында тұздың концентрациясы төмен, яғни мелиоративтік күйі тәуір. Бұл соңғылары суармалы егін егуге қолайлы. Оны далалық тәжірибелердің нәтижелері көрсетті;
- теңіз жағалауында суармалы егіншілікті тәжірибеге енгізгенде жергілікті тұрғындар өздерінің әлеуметтік-экономикалық жағдайын жақсартатын болады.

Әдебиет

1. Нұрғызыарынов А. Аралдың экологиялық тынысы. – Алматы: Ғылым, 2006. – 104-137 б.
2. Бродская Н.Г. Донные отложения и процессы осадкообразования в Аральском море // Тр. Ин-та геол. наук. – Вып. 115. – Геол. сер. (57), 1952.
3. Богданова Н.М. Процессы соленакопления на осушнившемся дне Аральского моря и их связь с геоморфологическими и литологическими условиями / Н.М. Богданова, В.П. Костюченко. – Изв. АН СССР, сер. геогр. – 1977. – № 3. – 44-56 с.
4. Антропогенное опустынивание почв Приаралья. – Алма-Ата: Наука, 1984.
5. Ғылыми есеп. «Арал теңізінің құрғаған орнында жана құрлықтың қалыптасуы және тұрғындарды реабилитациялау мақсатында оны шаруашылықта игеру». – Қорқыт ата атындағы КМУ. 1999-2005 ж.
6. Саданов А.Қ. Арал өңірінде орныкты дамудың ғылыми негізі / А.Қ. Саданов, А. Нұрғызыарынов. – Астана: Ақарман, 2008. – 54-81 б.

Получено 22.10.2014

УДК 504. 453.06: 556. 532 (282.256.16)

**А.Г. Царегородцева**

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

#### К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЙМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Существенное влияние в последние десятилетия на сток реки оказывает наличие множества водозаборов и сбросных каналов. Так, например, в створе р. Иртыш – Бухтарминская ГЭС зарегистрировано 73 водозаборных и 7 сбросовых каналов, оказывающих заметное влияние на сток (среднее годовое значение водозабора 3,15-3,62 км<sup>3</sup>). В створе р. Иртыш – Усть-Каменогорская ГЭС, Шульба, Семиярское имеются водозаборы умеренных размеров: 0,63-0,95 км<sup>3</sup>. Однако в целом для бассейна они достигают 3,78 км<sup>3</sup>. На участке р. Иртыш – г. Павлодар среднегодовой размер водопотребления составляет 9,0-9,4 км<sup>3</sup> (забор в канал Иртыш – Караганда около 2,0 км<sup>3</sup> в год). В целом, в бассейне среднегодовое потребление с вычетом сбросов достигает 4,40 км<sup>3</sup>.

Качество пойменных угодий находится в тесной зависимости от высоты, частоты, продолжительности стояния полых вод на них и, в конечном счете, от климатических и физико-географических особенностей бассейна реки (количество выпавших осадков, уровень грунтовых вод и т.д.).

В отличие от русла р. Иртыш ее пойма имеет значительную ширину и площадь поверхности. Это приводит к тому, что при ее затоплении значительные объемы воды идут на заполнение пойменных емкостей. Вода поступает на пойму в период подъема уровней, частично возвращается в русло на спаде половодья. Часть объема воды составляет безвозвратные потери, идущие на заполнение различных бессточных пойменных емкостей и понижений рельефа, инфильтрацию и испарение. Все потери стока на пойме следует отнести к периоду спада уровней половодья, их значение не превышает 10-12 % объема паводочного стока.

Естественный режим половодья р. Иртыш имел два пика. Первый – весенний, вызываемый таянием снега на равнинной территории водосборного бассейна реки, во время которого затапливается почти вся пойма. Второй пик был связан с таянием снега и ледников в горах. Он приходился на лето и обеспечивал затопление болот и долгопойменных сенокосов, а также поднимал уровень грунтовых вод на средне- и краткопойменных сенокосах. Урожайность достигала 50-60 ц/га. После зарегулирования стока р. Иртыш (1959 г.) пойма затапливается при крайне скучном объеме воды, что негативно сказывается на всех компонентах пойменного комплекса. Слабые паводки способствуют росту засоления почв, остеинению растительности, приводят к ухудшению состояния древесно-кустарниковой растительности. Продолжительность затопления поймы р. Иртыш в период попуска значительно меньше, чем при естественном режиме. Так, за 1998-2000 гг. продолжительность затопления поймы составила 17-15 суток, в 1990 г. – 30÷25 суток, по сравнению с 55-50 сутками в годы, предшествующие строительству Бухтарминской ГЭС.

С периодом естественного гидрологического режима (1941 г.), когда пойма затапливалась полностью, может сравняться только 1966 г. В отдельные маловодные годы (1983 г.) затопления поймы практически не наблюдалось, урожайность достигала 5,5 ц/га. В последнее десятилетие (1990-2000 гг.) урожайность колебалась от 21,7 ц/га (1990 г.) до 10,7 ц/га (1999 г.). Из года в год снижается площадь затопления поймы (с 361,9 тыс. га – в 1990 г. до 253,35 тыс. га – в 1999 г., что привело к аридизации территории.

Пойма Иртыша в пределах Павлодарского Прииртышья состоит из 12 основных и ряда мелких массивов. По условиям затопления Павлодарская пойма подразделяется на три основные части:

1. Краткопоевые массивы (Кривинский, мелкие участки южнее г. Павлодара, Колыбаевский и Лебяжинский).
2. Среднепоевые массивы (Белореченский, Павлодарский, Кызыл-Жарский, Карабинский и мелкие участки севернее г. Павлодара).
3. Долгопоевые массивы (Чернорецкий, Тюлькинский, Качирский, Иртышский, Железинский и мелкие их участки).

Основной проблемой при использовании сенокосов поймы является создание системы, позволяющей длительное время сохранять устойчивую продуктивность травостоя и одновременно предотвращать процессы деградации.

Главной причиной снижения продуктивности пойменных сенокосов и изменения состава растительности является изменение режима затопления поймы как по годам, так и по месяцам.

На пойменных массивах по условиям затопления преобладают нормально затапливаемые чистые и заливные сенокосы. За период природоохранных попусков 2005, 2006, 2007 годов пойма р. Иртыш получала наибольшие объемы воды (4,81-5,25 км<sup>3</sup>), что способствовало затоплению площади от 76 до 93 % большинства пойменных массивов, кроме

Кривинского, Колыбаевского и мелких Лебяжинских и Майских участков. Среднее значение затопления пойменных массивов за этот период составляет 76,7 %. Достаточно высокое затопление всех пойменных участков характерно для 2010 года: от 79,7 (Кривинский массив) до 100,0 % (мелкие Лебяжинские участки, Чернорецкий массив), при среднем значении затопления 89,7 %.

За период природоохранных попусков 2005-2010 годов среднее значение затопления поймы составляет 69,3 %, это говорит о недостаточных (в соответствии с водностью годов) и неравномерных попусках с водохранилищ. Наибольшими средними значениями площади затопления за данный период характеризуются Кызылжарский пойменный массив (83,5 %) и мелкие Павлодарские участки (82,1 %), расположенные севернее г. Павлодара, пойменные массивы: Белореченский (80,9 %) и Павлодарский (80,1 %), расположенные южнее г. Павлодара.

По своим природным режимам пойма Иртыша может быть отнесена к земноводным ландшафтам. При этом пойменные массивы являются важнейшим звеном руслового процесса и гидрологического режима. Они выполняют функции регуляторов стока: объемы аккумулируемой воды и скорость водообмена между руслом и поймой находятся в зависимости от их морфологического строения.

Для поймы Иртыша характерно наличие нескольких высотных уровней поемности. С поемностью, от которой зависит пространственно-временная структура пойменных ПТК, тесно связан и другой фактор, проявляющийся в динамических тенденциях пойменных комплексов - аллювиальность.

По степени развития и характеру форм рельефа поверхность поймы р. Иртыш разобрана на части (массивы), русло реки разбито на множество островов и песчаных кос, на отдельные рукава, протоки, промоины-ложбины, старицы, которые не связаны с рекой поверхностным стоком и подпитываются всю пойму грунтовыми водами.

Для пойменной долины Иртыша характерен приречный гидрологический режим грунтовых вод с пойменно-подпорной разновидностью. Средний уровень почвенно-грунтовых вод в летний период опускается на краткопоемных лугах на глубину 155-200 см, среднепоемных - 94-203 см и долгопоемных лугах - 44-177 см.

Тесные внутренние взаимосвязи между руслами и поймой обусловливают объединение их в самостоятельную геосистему - пойменно-русловой комплекс. Пойменно-русловые комплексы (ПРК) – саморазвивающаяся, активно функционирующая, очень динамичная система. Пойма играет в составе ПРК в целом пассивную роль и влияет на русло опосредованно: либо выполняя функцию его границ (берегов), либо определяя скорость и направление водного потока, протекающего по пойме во время половодий и паводков. Пойменно-русловые районы выделяются по определенному, присущему только им сочетанию разных морфодинамических типов русел и морфологических типов пойм [1, 2, 3, 4]. Пойменно-русловые комплексы в пределах долины Иртыша относительно стабильны. В среднем течении начинают встречаться прямолинейные и разветвленные русла. Для относительно прямолинейного русла, прижатого к правому коренному берегу, характерно перераспределение стока между протоками, вокруг осередков и островов в русле. Для разветвленного русла характерно периодическое перераспределение стока между рукавами.

Недоувлажнение поймы реки Иртыш и снижение ее биопродуктивности в 1991-2011 гг. обусловлено несоблюдением условий производства обводнительных попусков из каскада Верхне-Иртышских водохранилищ, совпадающих с фазой весеннего половодья при естественном гидрологическом режиме - по среднемноголетнему объему попуска ( $4,97 \text{ км}^3$  воды вместо  $5,7 \text{ км}^3$ ) и продолжительности затопления (28 суток вместо 30). Выявлено, что высокая естественная биологическая продуктивность пойменных угодий наблюдается при

водности Иртыша на уровне среднего расхода 2100-2200 м<sup>3</sup>/с на протяжении трех месяцев (апрель-июнь) с максимальным расходом, близким к естественно выраженному пику половодья, обеспечивающему затопление 80-85 % площадей поймы [5, 6].

В ходе исследования произведено районирование пойменных массивов на пойменно-русловые районы по следующим критериям: по характеру развития, водному режиму, увлажненности почв, орографическому, почвенно-ботаническому составу. Пойменно-русловые районы выделяются по определенному, присущему только им сочетанию разных морфодинамических типов русел и морфологических типов пойм. По природным кормовым угодьям, доминирующем пойменно-русловым районом являются разнотравно-костровые, разнотравно-злаковые луга, занимающие центральную часть пойменного массива.

#### Список литературы

1. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и динамика пойм. - Л.: Гидрометеоиздат 1984. - 280 с.
2. Алабян А.М. Типы русел равнинных рек и факторы их формирования // Геоморфология. - 1992. - № 4. - С. 5-12.
3. Барышников Н.Б. Гидравлика затопления пойм и пойменные ландшафты / Н.Б. Барышников, Л.В. Злотина, А.В. Чернов // XV Пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. - Волгоград; М.: Перемена, 2000. - С. 11-13.
4. Беркович К.М. Оценка влияния русловых процессов на геоэкологическую ситуацию в речных долинах / К.М. Беркович, Р.С. Чалов, А.В. Чернов // Геоэкология. - 1998. - № 2. - С. 81-83.
5. Царегородцева А.Г. Иртышская долинная система и тенденции ее развития в условиях зарегулированного стока реки // Материалы Междунар. научно-практ. конф. МАИН «20 лет информатизации в Республике Казахстан: статус, инновации, управление развитием». - Алматы, 2011. - С. 204-209.
6. Исследование реки Иртыш и поймы с целью оценки влияния антропогенной деятельности, в том числе зарегулирования стока Верхне-Иртышского каскада водохранилищ, и разработка мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов реки Иртыш в период весенних природоохранных попусков: Отчет о НИР / Под рук. к.т.н. Куз С.И. / НПП «Биосфера», 2011. - 408 с.

Получено 19.10.2014

---

УДК 504. 453.06: 556. 532 (282.256.16)

**А.Г. Царегородцева, Д.Д. Есимова**

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

**МАЛЫЕ РЕКИ БАССЕЙНА РЕКИ ИРТЫШ КАК ФАКТОР  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА**

К природным особенностям малых рек относятся сравнительно небольшие объемы стока, невысокие пределы процессов самоочищения и существенная зависимость от состояния водосборной территории. В этой связи экосистемы малых рек характеризуются повышенной чувствительностью к антропогенному воздействию. Превышение пределов экологически допустимого антропогенного воздействия ведет к снижению и утрате природно-антропогенных, а в дальнейшем и природно-естественных функций малой реки. Малые реки, формируя сток средних и больших рек, играют важную роль в формировании качества их воды. Небольшая по расходу воды, но сильнозагрязненная, малая река влияет на качество воды принимающей ее реки в среднем в 10 раз сильнее, чем на ее количество.

Павлодарская область, в целом, бедна проточными водами. Малые реки Павлодарского Прииртышья, изученные в меньшей степени, чем крупная трансграничная река Иртыш, находящиеся в состоянии снижения их природно-антропогенных и природно-естественных функций, требуют и подлежат восстановлению и охране их водных ресурсов.

Из 130 малых рек и временных водотоков области наибольшее значение имеют Шидерты, Оленты, Селеты, Ащису, Тундык, Карасу, которые характеризуются кратковременным весенним стоком с расходом до  $0,1$ - $0,5$  м<sup>3</sup>/с. Минерализация воды рек увеличивается от 0,5-0,8 г/л – в весенне-летний период, до 1,0-3,0 г/л и более – в зимний. К осени (иногда и летом) малые реки, как правило, пересыхают и представляют собой цепочку плесов с солоноватой или соленой водой.

Гидрографическая сеть Казахского мелкосопочника, заходящего своей северо-восточной частью в пределы Павлодарской области, развита слабо и представлена малыми реками казахстанского типа: Ащису, Аксары, Мерген; ручьями Аулиебулак, Рыбный ключ и др.

Русла речек извилистые и очень узкие в поперечном сечении - 1÷4 м. Все реки заканчиваются в бессточных озерах или иссякают, теряясь в собственных наносах. Питание рек, в основном, снеговое, поэтому весной они отличаются довольно бурным паводком, а летом сток прекращается и вода сохраняется лишь в отдельных редких плесах. Река Ащису длиной 348 км, площадью бассейна 7420 км<sup>2</sup>, протекает по северной окраине Казахского мелкосопочника и впадает в оз. Алкамерген. Питание снеговое. Пересыхает на значительном протяжении.

Среди рек равнинной части региона, левобережья трансграничной реки Иртыш, наиболее крупная – р. Шидерты, сохраняющая сток в течение года. Ее общая длина 502 км, в том числе она протекает по территории Карагандинской области (113 км), вдоль границы между Карагандинской и Павлодарской областями она течет на протяжении 64 км, в Павлодарской области ее длина составляет 325 км. Высота ее истока по сравнению с отметкой местности, где она впадает в озеро Жалаулы, составляет 465 м. Водосборная площадь реки составляет 15 900 км<sup>2</sup>. Наибольшая часть водосборной площади реки расположена в Карагандинской области, что объясняется особенностями геоморфологии местности, по которой протекает.

Большая часть водосборной площади реки расположена в горных местностях, на некоторой части ширина ее достигает 100 км и, начиная с местности, где приток Бала-Шидерты впадает в реку Шидерты, водосборные площади реки сужаются. Но зато пойменные земли, где весенняя паводковая вода разливается, расположены в основном в Павлодарской области и занимают здесь 24-28 тыс. га. Средний многолетний годовой сток р. Шидерты составляет 72,5 млн м<sup>3</sup> при этом 70-90 % годового стока приходится на весенний паводок. Паводковые воды реки пресные, меженные – солонцеватые.

Для реки Шидерты характерно ярко выраженное весеннее половодье, во время которого протекает преобладающая часть объема годового стока (82-90 %), что составляет 40 млн м<sup>3</sup>, а на долю летнего периода (лето, осень, зима) приходится около 10 млн м<sup>3</sup> водного стока (лето, осень – 15 %, зима – 3 %) [1].

В связи со строительством в 60-70-х годах XX в. канала Иртыш-Караганда в пределах Экибастузского района Павлодарской области был нарушен естественный сток р. Шидерты, что привело к снижению продуктивности сенокосных угодий в хозяйствах, прилегающих к Шидертинской пойме. В русле реки были построены дамбы и шлюзы для регулирования стока воды, поступающей с реки Иртыш.

До строительства лиманной системы р. Шидерты формировалась годовой водоток в период весеннего снеготаяния. Роль дождевых осадков в питании невелика – 3÷5 %. Почвы пойменно-лугового комплекса сформировались на участках, где ближе к поверхности под

слоем суглинисто-глинистых отложений залегали крупнозернистые пески и песчано-галечниковые отложения, обладающие повышенной фильтрационной способностью. В результате выщелачивания верхних глинистых и суглинистых отложений и выноса через русло р. Шидерты по естественной «дрене» древней террасы их продуктов и сформировались почвы пойменно-лугового комплекса, залегающие по рельефу в слабо выраженных мезо-микропонижениях.

На участках, где по геологическим условиям верхний слой покровных засоленных суглинисто-глинистых отложений более мощный и отсутствовал или был слабо выражен отток грунтовых вод, в аридных условиях сформировались почвы солончаково-солонцового комплекса. Во время весенних паводков р. Шидерты полые воды затопляли в первую очередь микропонижения (почвы пойменно-лугового комплекса), и в зависимости от обилия паводковых вод почвообразовательный процесс протекал в сторону рассоления в обильный паводок и засоления – в более скучный, а в связи с этим и менялся урожай сенокосов от высшего к низшему. Минерализованные грунтовые воды к концу вегетации (сентябрь) опускались на глубину 3-5 м от дневной поверхности.

Лиманное орошение способствовало общему поднятию уровня минерализованных грунтовых вод. Это вызвало вторичное засоление и осолонцевание почв, а также частичное заболачивание.

Сезонное кратковременное опреснение верхних слоев почв пресными оросительными водами очень незначительно ввиду близкого залегания минерализованных грунтовых вод. По степени минерализации грунтовые воды варьируются от слабосолоноватых до соленых (сухой остаток 1,8-2,8 г/л).

Река Оленты также относится к категории малых рек (до 200 км), её общая длина составляет 273 км и протекает она через территории Акмолинской (91 км), Карагандинской (103 км) и Павлодарской (79 км) областей. Среднегодовая норма объема водного стока реки Оленты более 23-х млн  $m^3$ , глубина русла составляет 7-8 м.

Водосборная площадь занимает 4230  $km^2$ , охватывает территории между водосборными ландшафтами рек Шидерты и Силеты, имеет крупнохолмистый рельеф. Тип питания реки снежный, основная масса водотока протекает весной (до 80 %). Суммарная продолжительность боковых притоков 87 км: Шарахты, Караганда, Тургумбай, Карасу, Карабука, Тасбулак. Среднемноголетняя норма годового объема водного стока реки - 23,7 млн  $m^3$  (по створу 95 км от устья). Впадает река в озеро Тай (Шыганак), расположенное в сельской зоне города Экибастуз. На низовьях реки имеются пресноводные озера, которые имеют с рекой гидрологическую связь: Аулиеколь, Басентин, Тасколь, Бозайгыр, Омирзак, Кылдыколь, Коктобе. Так в былые многоводные годы эти озера пополняли свои запасы за счет талой воды, стекающей с водосборных площадей озер, а также сформированной из излишков паводковой воды реки Оленты. При этом сначала заполнялось водой озеро Аулиеколь, а затем водные потоки пополняли чаши остальных шести озер. В настоящее время водный сток реки Оленты по всей ее протяженности перекрыт мощными самодельными (глухими) плотинами.

Из всех малых рек чуть более изучены реки Шидерты и Оленты, которые образуют Шидертинско-Олентинскую природную зону и по берегам которых имеется пойма, представленная лиманными землями, используемыми под сенокосы.

Для оценки современного состояния Шидертинско-Олентинской природной зоны, возраст литогенной и биогенной составляющих которой совпадает (поздний голоцен), на основе полевых исследований проведено картографирование. Основным методом исследования является ландшафтный или ландшафтно-динамический подход, позволяющий вы-

явить механизмы внутриландшафтных и межландшафтных связей. Суть его заключается в том, что все живые и неживые материальные объекты изучаемой территории рассматриваются как самостоятельные равноправно взаимосвязанные элементы природного комплекса.

При составлении классификации ландшафтов Шидертинско-Олентинской природной зоны, основанной на историко-генетическом и структурном принципе, производилась систематизация природно-территориальных комплексов (ПТК) от более простых к изображению на карте более сложных комплексов. В процессе картографирования, исходя из масштаба карты и разработки легенды к ней, нами принята следующая система ландшафтной дифференциации: класс (подкласс) – урочище – тип – вид. За основную иерархическую единицу экосистемы на ландшафтной карте взяты урочища мозаичного и линейного взаиморасположения. Все урочища по признаку общности расположения, одной почвенной и геоботанической разности, характера увлажненности объединены в группы урочищ. За основную иерархическую единицу природно-территориального комплекса взяты урочища мозаичного и линейного взаиморасположения (М 1:100 000, 1:200 000). Всего выделены 3 класса ландшафтов, состоящих из 3-х групп урочищ, которые объединяют 18 ПТК данного морфологического уровня.

Доминантной группой урочищ является нерасчлененная пойма Шидертинско-Олентинской зоны на оstepненных пойменных почвах слабовозвышенных и выровненных участках. Это наиболее продуктивная часть поймы, представленная злаково-разнотравной растительностью (пырей ползучий, мятыник луговой, девясил британский). Группа состоит из 8 характерных для нее урочищ. Фоновым урочищем является участок поймы кратковременных пастбищно-сенокосных угодий со злаково-разнотравной растительностью, с группировками кустарников на пойменных луговых оstepненных слаборазвитых почвах [2].

Определенная особенность геоэкологического функционирования малых рек наблюдается при их расположении в городской черте. Административный промышленно развитый город Павлодар расположен на правом берегу главной водной артерии Павлодарской области – р. Иртыш. С юго-западной части непосредственно к г. Павлодару примыкает Усольский массив. Вблизи исследуемого массива, в 700 м к западу протекает р. Иртыш, на расстоянии 50-150 м к юго-востоку находится гребной канал, соединяющий Иртыш с рекой Усолка (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема застройки правобережной части поймы р. Иртыш между коренным берегом Иртыша и протокой Усолка: 1 – пойма в междуречье Иртыша и Усолки; 2 – микрорайоны Усольского жилого массива; 3 – историческая застройка города Павлодара

Исследования позволили выделить наличие следующих факторов антропогенной деятельности, приводящих к дестабилизации природной среды объекта исследования: наличие гидротехнического сооружения (дамба), перекрывающего протоку; засорение бытовым мусором; евтрофикация водотока; разрушение береговой линии (рис. 2,а,б).



а



б

Рисунок 2 - Геоэкологические проблемы реки Усолка (а - дамба, б - процесс евтрофикации)

Дамба прорыта выше по рельефу местности, и поэтому через нее вода практически не поступает в нижележащую часть протоки, тем самым был нарушен естественный сток и вызван подпор грунтовых вод.

Результаты исследования позволили систематизировать проявление физико-геологических процессов, проявляющихся на береговой линии Усольского массива (см. табл.)

*Физико-географические процессы, проявляющиеся на береговой линии  
Усольского микрорайона*

Процессы	Явления	Формы выражения
Деятельность поверхностных вод	Подмыв откосов намывного песка. Плоскостной смыв и перенос глинистых частиц.	Изменение рельефа, заливание искусственных водотоков и водоемов. Сезонное затопление территории.
Деятельность подземных вод, родников.	Механическая супфозия. Выход грунтовых вод на поверхность.	Перемещения и переотложение мелких частиц, грунтов.
Антропогенные процессы	Гидротехнические (намыв песков) и строительные работы, накопление бытовых и сельскохозяйственных отходов, пастьба скота на пойменных участках.	Вытаптывание скотом естественной растительности поймы, изменение береговой линии.

Проведенный химический анализ показал повышение ионов аммония и сероводорода в летний период [3]. Это связано с более активным использованием населения протоки: сброс и плоскостной смыв бытового мусора, недостаточный промыв поверхности воды протоки атмосферными осадками (недостаточный объем воды).

Формирование современного состояния малых рек в промышленно развитых регионах в существенной мере обусловлено комплексом техногенных факторов, среди которых первостепенную роль играет поступление загрязняющих веществ со сточными водами

предприятий. Техногенные продукты, поступая в реки, включаются в существующие миграционные циклы, распространяются и накапливаются во всех компонентах речной системы – воде, взвеси, донных отложений.

Преобладающее воздействие на загрязнение природной среды оказывают предприятия металлургического комплекса и ТЭС, стоящие, как правило, на берегах малых рек и искусственно сделанных из них водохранилищ. При использовании водных ресурсов и антропогенном освоении водосборов малых рек не обеспечивается поддержание экологически полноценного состояния. В результате этого многие малые реки утрачивают свои естественно-природные качества и нуждаются в восстановлении их природных комплексов.

Деградация малых рек проявляется, прежде всего, в заилении, истощении и загрязнении, в частности, от несанкционированных свалок мусора в водоохраных зонах. Под стихийные свалки мусора обычно используются земли, непригодные для сельского хозяйства, чаще всего – овраги. Производится также распашка пойм под огороды. Механический и бытовой мусор, не влияющий на русловые процессы на крупных и средних реках, приобретает иное значение на малой реке. Любая свалка на ее берегах может стимулировать аккумуляцию наносов и отмирание русла.

Каждый из этих факторов негативно влияет на процессы обмена веществ между гидробионтами и средой их обитания. Нарушения процессов метаболизма, в свою очередь, ведут к усилению процесса загрязнения водной среды и, как следствие, к резкому снижению полезной биопродуктивности водной экосистемы. В целом, катастрофически убыстряется жизненный цикл реки, что ведет к ее преждевременному старению за несколько десятилетий и превращению в очаг инфекции и источник заболеваемости населения по водному фактору [4, 5, 6].

В последние десятилетия, в связи с усиливающимся антропогенным прессом и разнообразием экологических проблем, касающихся устойчивости и сохранения биоразнообразия малых рек при изучении прилегающих к ним ПТК, возникла потребность проведения более глубоких, детальных исследований внутриландшафтных и межландшафтных связей ПТК в условиях экологически дестабилизированной природной среды.

#### Список литературы

1. Альмишев У.Х. Улучшение лугов и комплексная уборка: Учеб. пос. / У.Х. Альмишев, А.П. Бондаренко. – Павлодар, 2006. – С. 95-97.
2. Царегородцева А.Г. Анализ геэкологического состояния лиманов Шидертинско-Олентинской природной зоны // Материалы Междунар. конф. «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии». – Алматы, 2003. – С. 55-57.
3. Царегородцева А.Г. Современные проблемы состояния природной среды Усольского массива / А.Г. Царегородцева, С.А. Каирова, О.А. Никифорова // Материалы Междунар. конф. «XI Сатпаевские чтения». – Павлодар, 2011. – С. 66-68.
4. Акпамбетова К.М. Малые реки бассейна реки Нуры / Актуальные проблемы экологии / К.М. Акпамбетова, Д.Н. Воронкова, Н.В. Александрова // Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Караганда: Изд-во Караганда, 2004. – Ч. 1. – С. 6-9.
5. Лилейкина В.А. Изучение основных видов антропогенной нагрузки на водосборы малых рек и озер // Материалы общест.-науч. конф. – Псков, 2000. – С. 182-184.
6. Никора В.И. Русловые процессы и гидравлика малых рек. – Кишинев: Штиинца, 1992. – 140 с.

Получено 17.10.2014

по страницам



## **10 ЛЕТ БЕЗ ПРАВА ЗАМЕНЫ**

В МГТУ им. Н.Э. Баумана разработаны, а на одном из нижегородских предприятий выпускаются оригинальные металлические фильтры для очистки газов и жидкостей от твердых примесей, разделения жидкой и газовой фаз. Материал можно применять также и в теплозащитных проницаемых конструкциях. Исходным материалом для фильтров служит сетка, сотканная из нержавеющей стальной проволоки. Сетку определенным образом укладывают и подвергают горячей прокатке в вакууме. Получившийся пористый «пирог» обладает заранее известными свойствами по проницаемости и удерживающей способности и, самое главное, имеет прочность, близкую к прочности монолитного металла, и высокую коррозионную стойкость. Заготовки, вырезанные из полученных пластин с помощью лазера, формуют и сваривают также лазером. Использование лазерных технологий гарантирует отсутствие выгорания легирующих элементов из зоны сварки, и в результате изделия получаются весьма стойкими и надежными. Достаточно сказать, что фильтры, изготовленные по такой технологии, устанавливают в топливные баки космических аппаратов, автономно работающих на орбите до десяти лет и более.

«Наука и жизнь» № 9, 2014