

ISSN 1998 - 7838

АО «ЦЕНТР НАУК О ЗЕМЛЕ, МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ»  
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

**ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ  
ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ  
И ГЕОЭКОЛОГИИ**

**3-4**

**ИЮЛЬ-ДЕКАБРЬ 2009 г.**

ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2007 ГОДА ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ

2009

Главный редактор академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**

Зам. главного редактора: доктор географических наук **Ж. Д. Достай**, доктор географических наук  
**Ф. Ж. Акиянова**

Редакционная коллегия:

**С. А. Абдрахманов**, доктор географических наук **А. К. Ализаде** (Азербайджан), доктор географических наук  
**В. П. Благовещенский**, доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**, доктор географических наук **А. П. Горбунов**, доктор географических наук **А. А. Ергешов** (Кыргызская Республика), доктор географических наук  
**И. М. Мальковский**, доктор географических наук **А. Р. Медеу**, доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикская Республика), кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**, кандидат географических наук **Р. В. Плохих**, кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**, доктор технических наук **А. А. Турсунов**, кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**

Ответственный секретарь **Л. Ю. Абулхатаева**

Адрес редакции:

050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99 Тел. 291-81-29, факс: 291-81-02, e-таЛ: т§ео@таД.к2

© Институт географии АО «ЦНЗМО», 2009

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г.,  
выдано Министерством культуры и информации Республики Казахстан

## От редактора

В предлагаемом читателю издании представлены результаты исследований по проблемам гидрологии, геоэкологии, гидроэкологии, геокриологии и геологии различных регионов Казахстана. Одна из статей посвящена проблемам гидроэнергетики и отдельная статья - проблемам выращивания кормовых культур на предгорной равнине Юго-Восточного Казахстана.

В статье Ж. Ж. Карамолдоева рассмотрено современное состояние водно-земельных ресурсов Кыргызстана, подчеркнута необходимость поиска путей рационального использования водных ресурсов трансграничных бассейнов. В заключительной части статьи автор вновь обращается к известному спорному тезису о том, что «вода должна иметь статус товара наравне с полезными ископаемыми».

В статье Ж. Д. Достая и А. С. Ақтымбаевой рассмотрены результаты исследований изменений биологической продуктивности Алаколь-Сасыккольской группы озер. Авторы пришли к заключению, что причиной значительных колебаний уловов рыбы в названной группе озер является не столько изменения продуктивных запасов рыбы, сколько несовершенство методов оценки и эффективности контроля использования биоресурсов. Отмечено быстрое сокращение популяции ценных промысловых видов рыб, одной из главных причин которого, по мнению авторов, является обострившаяся конкуренция в ихтиофауне.

В статье С. К. Давлетгалиева проанализированы изменения стока р. Елек с учетом данных наблюдений за последние годы. Обнаружена тенденция сокращения среднего многолетнего стока за последние 30 лет.

В статье Р. И. Гальперина и А. Авезовой рассмотрены методические аспекты оценки экстремальных гидрологических характеристик. Для решения задачи обоснована целесообразность применения варианта усеченного распределения, позволяющего более надежно учесть реальные

изменения гидрологических характеристик с учетом данных наблюдений за последние годы.

В статье Р. Г. Абдрахимова и А. Г. Чигринцев оценено влияние хозяйственной деятельности на сток р. Есиль. Авторы пришли к заключению о том, что создание Сергиевского и Вячеславского водохранилищ существенно сказалось на характеристиках внутригодового распределения стока, но практически не повлияло на суммарный годовой сток.

В статье В. П. Бочкарева и А. Н. Гирканова рассмотрена концепция зарождения и развития геоструктур Юго-Восточного Казахстана, в основе которой принципиальные положения гипотезы умеренного мобилизма в изложении Г. Н. Щербы. С позиций этой концепции дано объяснение региональных особенностей строения земной коры рассматриваемого региона.

Статья Г. У. Байташевой и С. С. Садваксова посвящена оценке возможностей выращивания кормовых культур сорго и амарата в условиях пустынно-степной зоны Юго-Восточного Казахстана. Экспериментально обоснован оптимальный вариант совместного посева обеих культур.

В статье А. П. Горбунова приведены сведения о вечной мерзлоте, древнем леднике, пещерных льдах и перегляциальных явлениях в Японии, высказано предположение о том, что наряду с известным фактом существования вечной мерзлоты на склонах действующего вулкана Фудзияма возможно спорадическое распространение островков вечной мерзлоты в других горах островов Хонсю и Хоккайдо.

Две статьи представлены на государственном языке.

В статье А. А. Шатанова обоснована экономическая эффективность гидроаккумулирующих станций, в статье Ж. Д. Достая и К. Т. Сапарова рассмотрены вопросы геоэкологического районирования Северо-Восточного и Восточного Казахстана с оценкой экологической устойчивости территории.

## ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСТАНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

*Кыргызстанның су жинау алаптары бойынша жер-сурсурстарына және экономика салаларында сурсурстарын пайдаланудың динамикасына талдау жасалган. Трансшекаралык өзендерди су сурсурстарын Орталық Азия елдерінің ортақ кушімен кешенді баскару усынылады.*

*Проведен анализ водно-земельных ресурсов Кыргызстана по водосборным бассейнам и динамики использования водных ресурсов по отраслям экономики. Предлагается комплексное управление водными ресурсами трансграничных рек общими усилиями стран Центральной Азии.*

*Water and land resources of Kyrgyzstan are described according to the watershed areas, and dynamics of the use of water resources by different branches of economy is analyzed. Integrated management of water resources of transboundary rivers by joint efforts of the Central Asian countries is proposed.*

В последние десятилетия, в связи с ростом промышленного, сельскохозяйственного производства, коммунально-бытового хозяйства и численности населения планеты, все острее ощущается дефицит водных ресурсов, усугубляемый таким глобальным явлением, как изменение климата, и приводящий, наряду с загрязнением окружающей среды, к дальнейшей деградации природы, опустыниванию и сокращению биоразнообразия.

Экологические и социально-экономические последствия человеческой деятельности в области гидротехнических видов мелиорации тесно связаны с использованием поверхностных и подземных вод, регулированием поверхностного стока и перераспределением его между увлажненными и постоянно или временно засушливыми районами.

Современный и перспективный мелиоративный фонд республики составляет 2,25 млн га, в том числе 1,077 млн га орошаемых земель, и расположен на абсолютных высотах 400-3500 м над уровнем моря в горной части бассейнов рек Сырдария, Амудария, Тарим, Чу, Талас и озера Иссык-Куль в горных долинах Сусамыра, Чат-кала, Алая, Иссык-Кульских сыртов и простирающихся до высокогорных равнин Сон-Куля и Чатыркуля. Вертикальная зональность и разнообразие природно-климатических и мелиоративных условий, высокая солнечная радиация и теплообеспеченность

территории, сложившаяся региональная производственная специализация обуславливают напряженность дефицита водного баланса орошаемого поля.

Возобновляемые водные запасы Кыргызстана в пределах того или иного года, имея различную обеспеченность стока и наличие реальных объемов их на территории республики, колеблющихся в широких диапазонах, требуют разумного управления, рационального использования в различных отраслях хозяйства, а также охраны вод от загрязнения, истощения. Это возможно только на основе использования научно обоснованного подхода со всесторонним изучением комплекса природных и антропогенных факторов, влияющих на состояние земельно-водных ресурсов.

В настоящее время исследование вопросов, связанных с эффективным, рациональным и экономным использованием этих двух важнейших природных ресурсов с учетом их экологического состояния, приобретает большую актуальность. Интенсификация, развитие орошаемого земледелия и малой гидроэнергетики не мыслится без точного знания наличных запасов водно-земельных ресурсов.

Опираясь на данные исследований, в основу расчетов по определению необходимых объемов воды как на существующих орошаемых землях, так и на возможный прирост в перспективе нами

принята (в среднем по республике) оросительная норма, равная 10 тыс. м<sup>3</sup> на 1 га [2]. При перспективном росте орошаемых земель Кыргызстана до 2,25 млн га, расчетная потребность в воде достигнет 22,5 км<sup>3</sup>. В свете изложенного следует отметить, что интенсивный рост населения и их потребности в растениеводческой продукции, анализ состояния и развития орошения в сельскохозяйственных зонах вскрыли очевидность острейшего дефицита оросительной воды не только для стран Центральной Азии, а в первую очередь для Кыргызстана, который является главным поставщиком воды в эти государства.

Водохозяйственное строительство и орошаемое земледелие обуславливают возникновение проблем рационального использования и охраны естественных ресурсов, в первую очередь земли и воды, сохранение природных ландшафтов и экологического равновесия экосистем в разных областях Кыргызской Республики. Под водохранилищами заняты лучшие пойменные территории площадью 47 тыс. га и в том числе 16 тыс. га пашни [1].

Строительство крупных водохранилищ, водозаборных узлов магистральных каналов, дренирование орошаемых территорий и др. вызывают образование в экологическом плане новых как естественных, так и модифицированных ландшафтов.

Под воздействием водохозяйственных объектов и гидротехнической мелиорации нарушается существовавшее веками естественное равновесие, изменяются гидрогеологический, микроклиматический режимы, гидрохимические процессы в почве, ускоряются или, наоборот, замедляются природные процессы. Возникают противоречия как в самой природе, так и во взаимоотношениях ее с обществом и производством.

Кыргызстан как высокогорная страна относится к экосистемам нестабильным, особо уязвимым к природному и антропогенному воздействию. В отличие от равнин все процессы в горах протекают с большой интенсивностью. Например, если водная эрозия почв на равнинах идет очень медленно - десятки и сотни лет, то на склонах гор она может уничтожить и без того тонкий почвенный покров за несколько лет.

Большинство таких стихийных катастроф в Кыргызстане, как сели, оползни, обвалы, имеют природно-техногенный генезис [3], т. е. причиной этих катастроф является неразумная хозяйственная деятельность, осуществляющаяся в прошлом и

продолжающаяся в настоящем. Это проводимые без учета физико-географических особенностей распашка склонов гор, бессистемная, с грубыми нарушениями технологий, прокладка дорог, выпас скота, вырубка лесов и кустарников.

Принимая во внимание негативные глобальные экологические и экономические процессы, можно утверждать, что не только чистые ледники, поверхностные и подземные воды, но и в целом вся еще прекрасная природа является стратегически важным ресурсом Кыргызской Республики, экономическое и политическое значение которого в Центрально-Азиатском регионе непрерывно будет возрастать.

Важной задачей для Кыргызстана является сведение водных источников в единую балансовую энергетическую систему с использованием энергии как малых, так и крупных источников для любых потребителей. Следует отметить, что на первых порах малые и сверхмалые источники энергии более целесообразно использовать именно там, где располагаются потребители. Они по величине суммарной потребляемой мощности должны быть приемлемы и соответствовать оптимально возможной установленной мощности, вырабатываемой в реальных природных условиях данной конкретной энергетической установки или группы установок.

При этом нужно обязательно иметь в виду, что в электроэнергетику нуждаются не только промышленность и другие крупные энергопотребляющие объекты, но и малые сельскохозяйственные объекты, например насосные установки от 10 до 100 кВт потребляемой мощности.

К сожалению, у нас очень много земельных ресурсов, которые не могут быть освоены для расширения фермерских хозяйств, увеличения отдачи сельскохозяйственной продукции и ее товарного производства.

Эта задача может быть решена путем коренного улучшения водохозяйственных, гидромелиоративных, организационных мероприятий, которые исключали бы потери воды, достигающие сейчас 50 % от водозабора.

В республике насчитывается более 3 тыс. больших и малых водотоков, берущих свое начало в Таниртау и Алайской горной системе на высоте от 1500 до 8000 м над уровнем моря и проходящих в самых разнообразных природных условиях. Они распределяются между бассейнами

рек Сырдария, Амудария, Тарим, Чу, Талас, Иле, озера Иссык-Куль и др. Из них подавляющее большинство водных источников относится к бассейну реки Нарын. К этому же бассейну принадлежат многочисленные реки, стекающие с Ферганского, Чаткальского, Туркестанского и Алайского хребтов, обрамляющих Ферганскую долину. Поэтому реки этого бассейна обычно разделяются на две большие группы: группа рек Нарынского бассейна и реки Ферганской долины.

К бассейну реки Сырдарии относится также и система реки Чаткал. Кроме рек указанных основных бассейнов, в Кыргызстане берут начало и некоторые реки других бассейнов. Так, в самой южной части республики, между Алайским и Заалайским хребтами, течет река Кызыл-Суу,

относящаяся к бассейну реки Амударии. В юго-восточной части республики Ак-Сай и Сары-Джаз составляют часть бассейна реки Тарим, уходящей в Западный Китай. В северо-восточной части Кыргызстана протекает река Каркыра, являющаяся притоком реки Иле, принадлежащая к бассейну озера Балкаш. В целом по республике насчитывается всего лишь около десятка рек, являющихся крупными.

Большая часть водотоков представляет собой мелкие горные реки, истоки которых расположены на высоте 2000-3000 м и выше над уровнем моря. Для орошения и гидроэнергетики используются 865 рек, которые, как правило, имеют незначительные расходы (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Среднегодовые расходы воды рек Кыргызстана, используемых для орошения и гидроэнергетики

Среднегодовые расходы воды, м <sup>3</sup> /с	Число рек	% к итогу	Число рек по водным бассейнам			
			Чу	Талас	Озеро Иссык-Куль	Сырдария
До 0,50	692	80,0	121	43	55	473
0,5-1,0	46	5,32	5	4	16	21
1,0-2,0	36	4,17	8	3	11	14
2,0-3,0	17	1,96	2	2	6	7
3,0-5,0	14	1,62	3	2	7	2
5,0-7,0	17	1,96	5	2	5	5
7,0-10,0	9	1,04	3	2	1	3
10,0-15,0	9	1,04	1	1	-	7
15,0-20,0	2	0,33	-	-	-	2
20,0-25,0	8	0,92	2	-	1	5
30,0-45,0	5	0,58	-	1	-	4
45,0-50,0	1	0,12	-	-	-	1
Более 50,0	7	0,81	1	-	-	6
Всего	865	100	151	60	108	552

В зависимости от условий питания режим рек Кыргызстана имеет следующие особенности. Режим питания рек высокогорья является преимущественно ледниково-снеговым, характеризуется малыми расходами в зимний и весенний периоды и затяжным, постепенно нарастающим паводком с наибольшим пиком во второй половине лета (июль-август).

Реки, имеющие низкие водосборы, питаются преимущественно талыми водами сезонных снегов, в силу чего они отличаются более ранним наступлением паводков с максимальным пиком в мае-июне.

Долинные родники и ключи, питающиеся в основном подземными водами, выклиниваются в нижнем поясе конусов выноса, отличаются

незначительным стоком и сравнительно постоянным расходом воды в течение всего года.

Гидрологический режим большинства рек характеризуется непостоянством расходов воды в течение года. В зимний период на значительной части малых горных рек поверхностный сток становится весьма мизерным или полностью переходит в подземный. Вследствие резкого уменьшения водоносности в зимний период для использования в малой гидроэнергетике в сельских районах республики пригодны только около 100 рек, что составляет менее 20% от рек, используемых для орошения (см. табл. 1 и 2).

По основным бассейнам рек определен годовой сток в км<sup>3</sup> по году 50 и 75% обеспеченности в следующих объемах: бассейн реки Чу

Таблица 2. Среднегодовые зимние расходы воды рек Кыргызстана, используемых для орошения и гидроэнергетики

Среднегодовые многолетние расходы воды, м <sup>3</sup> /с	Число рек	% к итогу	Число рек по водным бассейнам			
			Чу	Талас	Озеро Иссык-Куль	Сырдария
До 0,10	647	74,35	114	36	85	462
0,10-0,25	43	4,960	7	9	16	
0,25-0,50	53	6,10	7	2	25	19
0,50-0,70	19	2,20	3	1	9	6
0,70-1,0	17	1,96	3	3	3	8
1,0-2,0	3,7	4,26	10	3	11	13
2,0-3,0	10	1,16	-	2	2	6
3,0-5,0	9	1,04	3	3	1	3
5,0-7,0	8	0,92	-	1	-	7
7,0-10,0	5	0,58	1	-	-	4
10,0-15,0	8	0,92	1	-	-	7
10,0-20,0	1	0,12	-	-	-	1
20,0-25,0	3	0,35	1	1	-	1
Более 30,0	5	0,58	1	-	-	4
Всего	865	100	151	60	102	552

5,2 и 4; Талас - 2,2 и 1,80; Нарын - 13,7 и 12,7; реки Ферганской долины - 11,6 и 6,2; реки озера Иссык-Куль - 3,8 и 3,6; Чаткал - 2,8 и 2,1; Кы-зыл-Суу - 1,4 и 1,5; Тарим 6,8 и 6,2, а всего по республике - 47,3 и 41,9 км<sup>3</sup>/год.

Формируемый среднегодовой сток и объем водозаборов на территории Кыргызстана в

количестве 47,2 км<sup>3</sup> по основным бассейнам рек представлены в табл. 3 и 4.

Вода в республике распределяется на бытовое, промышленное и сельскохозяйственное использование. Основной объем воды идет на орошение сельскохозяйственных культур. В табл. 5 показаны потребности в воде в соответствии с те-

Таблица 3. Водные ресурсы и объем водозаборов в Кыргызской Республике, км<sup>3</sup>

№	Бассейн реки	Среднемесячный сток	Среднегодовой сток	Лимиты водных ресурсов по году 50% обеспеченности		
				Поверхностный	Подземный	Всего
1	Амудария (р. Кызыл-Суу)	0,16	1,93	0,38	0,04	0,42
2	Сырдария	2,25	27,42	4,03	0,85	4,88
3	Чу	0,42	5,20	3,45	0,40	3,85
4	Озеро Иссык-Куль	0,3	3,80	1,40	0,10	1,50
5	Тарим	0,51	6,8	Лимит не установлен		
6	Талас и Асса	0,14	1,74	0,93	0,02	0,95
7	Или (Каракара)	0,03	0,36	Лимит не установлен		
	Итого	3,9	47,25	10,20	1,4	11,60

Таблица 4. Распределение водных ресурсов по основным бассейнам рек, формирующихся на территории Кыргызской Республики, млн м<sup>3</sup>

№	Бассейн реки	Среднемультилетний сток	Обеспеченность		Фактический сток за 1998 г.
			75%	95%	
1	Сырдария	27 425 - 28 528	232 447	18 375 - 21 640	30 214
2	Чу	3525 - 3598	3248 - 3250	2897 - 2998	3643
3	Талас и Асса	1552 - 1593	1380 - 1320	1181 - 1180	1806
4	Амудария	1927 - 2000	1790 - 1650	1620 - 1390	1157
5	Тарим	6800 - 7070	4865 - 5610	3554 - 4600	6150
6	Иле (Каркара)	363 - 270	306 - 242	243 - 224	363
7	Оз. Иссык-Куль	3740 - 3720	3482 - 3310	3150 - 3027	3676
	Итого	45 332 - 46 779	30 831 - 39 922	30 020 - 35 159	46 594

Таблица 5. Годовая потребность в воде основных водопотребителей Кыргызстана

Водопотребители	Объем используемой воды, млн м <sup>3</sup>	% от общего объема
Сельское хозяйство	10600	91,0
Коммунально-бытовое	406	3,5
Промышленность	554	5,1
Другие	46	0,4
Всего	11 600	100

кущими общими нормами для каждого из основных водопотребителей в Кыргызстане на год.

Анализ таблицы показал, что самая большая часть (более 40% общего лимита 11,6 км<sup>3</sup>) потребляется на территориях, прилегающих к бассейнам рек Нарын, Чаткал, Карадария и Кызыл-Суу.

В Кыргызстане определены перспективные объемы водопотребления отраслей экономики для крупных речных бассейнов.

В табл. 6 приведены данные по использованию ресурсов поверхностных и подземных вод по отраслям экономики и бассейнам рек.

Таблица 6. Объемы водопотребления в Кыргызской Республике

Показатели	Всего	В том числе бассейн рек					
		Сырдарья	Амударья	оз. Иссык-Куль	Талас и Асса	Чу	Тарим, Каркара
Площадь ошаемых земель, тыс. га	1074,0	409,0	19,0	160,7	115,2	370,0	0,1
Расчетное водопотребление орошаемых земель, км <sup>3</sup>	16,17	7,8	0,17	1,9	1,4	4,9	0,01
Водопотребление прочих отраслей,	1,54	0,37	-	0,09	0,05	1,02	-
Суммарное водопотребление, км <sup>3</sup>	17,7	8,16	0,17	1,99	1,45	5,92	-
Избыток водных ресурсов, км <sup>3</sup> +	24,2	17,2	1,0	1,2	0,2	-	4,8
Недостаток водных ресурсов, км <sup>3</sup> -	- 1,0	-	-	-	-	- 1,0	-

Другими потребителями являются бассейн р.Чу (44%), озеро Иссык-Куль (6,8%), реки Талас и Асса (3,2 %). Оставшиеся 6 % стекают в Казахстан и Китай.

Как видно из табл. 7, в советское время наблюдалось ежегодное увеличение объемов использованной воды, максимум которого пришелся на 1987-1990 гг. С 1991 г. наблюдается обратный процесс - снижение. Причем наиболее высокий объем использования отмечался в 1988 г., после которого наблюдается устойчивое его снижение. Наиболее резкое уменьшение отмечалось в 1995 г. с последующим устойчивым спадом. Основным водопотребителем, как и в прежние годы, остается орошаемое земледелие.

В табл. 7 приведены данные по использованию ресурсов поверхностных и подземных вод по отраслям экономики Кыргызской Республики. Доля потребления воды на сельскохозяйственные нужды составляет 91% от общего объема водозаборов, тогда как на коммунально-бытовое и промышленное потребление идет около 9% воды.

Здесь особо следует отметить тот неопределимый вклад территории Кыргызстана в формирование общих водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Построенное общими усилиями народов СССР Токтогульское водохранилище, регулирующее воду Нарына, дало жизнь 1,3 млн га земель в Узбекистане и Казахстане.

За последнее время ежегодные расходы на содержание и эксплуатацию межгосударственных водохозяйственных объектов в ущерб Кыргызстана составляют 25,2 млн долл. США. Если распределить эти ежегодные расходы и ущерб Кыргызстану между всеми государствами-водопользователями (Узбекистаном, Казахстаном, Таджикистаном) пропорционально получаемому ими экономическому эффекту от использования водных ресурсов кыргызских межгосударственных водных объектов, то доля их компенсационных выплат Кыргызстану составит всего лишь 14,8 млн долл. США, или менее 0,1 цента за 1 м<sup>3</sup> водопользования. Это в десятки раз меньше цен, установленных при взаиморасчетах по оплате за водопользование в других странах мира (Канада-США, Болгария-Турция и др.) [4].

Для Кыргызстана имеющиеся на его территории водные ресурсы являются основой функционирования многих отраслей экономики, в

Таблица 7. Общие показатели использования воды по КР  
(на основе государственной статистической отчетности 2ТП - водхоз), млн м<sup>3</sup>

Год	Всего забрано Ш <sub>пов.</sub> Ш <sub>полз.</sub>	Использовано, в том числе на нужды:					
		всего	хозяйственно бытовые	производ ственные	орошение	селхозводо- снабжения	прочие
1988	<u>12 976</u> 948	10 050	264,96	634,55	8905	201,04	43,62
1993	<u>10 541</u> 869	8535	289,34	347,35	7733	137,48	28,38
1995	<u>8614</u> 693	6942	271,67	254,02	6251	158,76	6,0
1998	<u>8321</u> 526	6420	309,2	137,6	5858	105,2	10,2
2003	<u>7555</u> 336	4559	85,0	123,9	4322,4	28,0	0,14
2004	<u>6331</u> 69,3	4977	45,9	34,8	4879	15,7	0,78
2005	<u>7889</u> 304	4485	148,8	59,4	4119	16,2	0,14

первую очередь сельского хозяйства, промышленности, коммунально-бытового водоснабжения, рыбного хозяйства и гидроэнергетики.

В сложившихся условиях основным ключом к решению указанных проблем является путь рационального использования и охраны водных ресурсов. Государства все больше приходят к пониманию того, что водные ресурсы ограничены и к ним следует относиться бережно и использовать их на основе равноправного сотрудничества.

Сокращение и загрязнение водных ресурсов, наблюдаемый в последние десятилетия демографический рост в Центральной Азии требуют совместных усилий стран региона по решению межгосударственных водных проблем. Поэтому в настоящее время важной проблемой является разработка механизма управления водными ре-

сурсами трансграничных вод. В условиях суверенизации Кыргызстана, рыночного развития экономики, государственной монополизации природных ресурсов необходимо формирование рынка воды в Центральной Азии, где вода должна иметь статус товара наравне с полезными ископаемыми.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аламанов С.К., Ахматов Р. Кыргызстандын суу сак- тагычтары. Бишкек: Айат, 2006. 224 б.
2. Карамолдоев Ж.Дж., Соболин Т.В. Эколого-экономические проблемы в мелиорации и водном хозяйстве Кыргызстана // Сборник научных трудов. КРУИ. Бишкек, 1999. Ч. 1. С. 242-246.
3. Кошоев М.К. Опасные природные явления Кыргызстана. Бишкек, 1996. 60 с.
4. Усубалиев Т.У. Вода и устойчивое развитие Центральной Азии // Гидроэкологические проблемы и устойчивое развитие Центральной Азии. Бишкек: Элита, 2001. 178 с.

УДК 504.4.054:574.3 (282.25)

Ж. Д. ДОСТАЙ, А. С. АКТЫМБАЕВА

## ЭКОЛОГИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ ОЗЕР АЛАКОЛЬ И САСЫККОЛЬ

*Мақалада Алакөл Сасықкөл көлдер жүйесінің қазіргі замандық (1939—2005 жж.) балық, шаруашылығы мен ихтиофаунасының жағдайы бағаланған. Аумаққа Алматы облысының Алакөл ауданы және шығыс Қазақстан облысының Ұржар ауданы кіреді.*

*Дана оценка современного состояния ихтиофауны и рыбного хозяйства Алаколь-Сасыккольской системы озер в границах водно-болотных угодий, включая заповедную и сопредельные территории (Алакольский р-н Алматинской обл. и Уржарский р-н Восточно-Казахстанской области) за 1939-2005 гг.*

*This article says about Alakol-Sassykkol lakes groups present echoic fauna and fish resources situation of the 1939–2005 years period (Alakol areas Almaty region and Yrjar areas East Kazakhstan region).*

Исследования проведены в 20 точках рассматриваемой территории, что позволило дать лишь приближенную оценку численности и видового состава рыб.

*Тенденции изменения численности.* Имеющиеся в нашем распоряжении материалы позволяют оценить тенденции изменения численности рыб в последние годы только на двух озерах системы - Алаколь и Сасыкколь. По оз. Алаколь, где ежегодно определяется численность и биомасса рыб промыслового значения и рассчитываются рекомендуемые объемы изъятия, такая оценка проведена в двух вариантах.

В первоначальном варианте мы взяли за исходные материалы динамику расчетной биомассы промыслового запаса (половозрелой части популяции) и показатели плотности биомассы запаса на единицу площади (табл. 1), которые служат основой для расчета рекомендуемого изъятия в соответствующие годы [1-5]. При анализе мы ограничились периодом 2000-2005 гг., что позволило провести оценку по наиболее свежим данным. Кроме того, в этот период расчет биомассы промыслового запаса проводился одним методом (кроме 2005 г.), что немаловажно в методи-

ческом плане с точки зрения корректности сравнения. В тех случаях, когда показатели плотности биомассы в соответствующих источниках отсутствовали, мы восстанавливали статистический материал по биомассе промзапаса и площади промысловых участков. Поскольку в рассматриваемый период существенных изменений параметров рыб, составляющих наиболее массовые размерные группы окуня, не отмечалось [1], то анализ тенденций изменения биомассы достаточно надежно отражает и динамику численности этого вида.

В указанный период расчет рекомендуемого изъятия проводился по освоенным и осваиваемым промысловым участкам акватории оз. Алаколь. Общая площадь этих участков составила 19 850 га. При этом участки открытой акватории озера во внимание не принимались, так как промысел окуня ведется преимущественно в нерестовый период, когда пелагическая форма этого вида концентрируется в прибрежной зоне водоема.

Как видно из табл. 1, до 2002 г. включительно биомасса промыслового запаса была достаточно стабильной. Начиная с 2003 г. отмечается уменьшение биомассы окуня в оз. Алаколь, особенно резкое в 2004 г. При этом буквально за 2-3 года биомасса снизилась почти в 3 раза. Следует отметить, что в 2000-2003 гг. расчет биомассы промыслового запаса проводился по материалам, собранным в районе северо-западного побережья оз. Алаколь, тогда как в 2005 г. большая часть исходных данных была собрана в районе устья р. Уржар. Кроме того, в 2005 г. промысловый запас определялся по методу Кушнаренко и Лугарева, тогда как в предыдущие годы - по методу Лесли и

Таблица 1. Динамика биомассы промыслового запаса окуня в оз. Алаколь

Год	Биомасса промыслового запаса, т	Плотность биомассы, кг/га
2000	1491	75,1
2001	1583	79,8
2002	1477	74,4
2003	1140	57,4
2004	532	26,8
2005	525	26,2

Дэвиса [2-5]. Таким образом, вполне возможно, что на выводы могут оказать влияние методические особенности расчетов, проводимых в разные годы.

В связи с этим анализ динамики численности нами проведен по материалам уловов на стандартное усилие (постановку контрольного порядка сетей со стандартными характеристиками в пересчете на одинаковое время стояния сетей). Такой подход позволяет оперировать прямыми наблюдаемыми данными, тогда как любой метод расчета численности или биомассы базируется на ряде допущений. При этом уловы на усилие оценивались только по материалам, собранным в близкие календарные периоды. Такое сравнение оказалось возможным только в 2001-2004 гг. и только по июньским уловам (табл. 2).

Таблица 2. Динамика уловов окуня на стандартное усилие в районе северо-западного побережья оз. Алаколь

Год	Численность, экз/контр. пор. сетей	Биомасса, кг/контр. пор.сетей
2001	24	3,5
2002	34	5,4
2003	55	7,8
2004	35	5,3
Среднее по годам	37	5,5

Как видно из табл. 2, численность и биомасса окуня в районе северо-западного побережья подвержены сильным колебаниям даже в смежные годы. При этом показатели 2004-2005 гг., когда имело место наиболее сильное снижение расчетных

биомассы промыслового запаса и плотности биомассы, находятся в пределах диапазона межгодовых колебаний, причем очень близко к среднегодовым показателям. Другими словами, показатели численности и биомассы окуня оз. Алаколь в 2004-2005 гг. находятся в пределах нормы реакции этой популяции.

Увеличение численности окуня в бассейне оз. Са-сыкколь, вероятно, связано со снижением численности судака в результате пресса промысла.

Таким образом, в 2003-2005 гг. можно констатировать увеличение численности окуня в оз. Сасыкколь и сохранение ее примерно на прежнем уровне в оз. Алаколь.

*Динамика видового состава уловов в 1995-2005 гг.* В 1995-2005 гг., по данным официальной промысловой статистики, существенно изменились как общий объем промысловых уловов на водоемах Алакольской системы, так и их структура (табл. 3). Несмотря на отсутствие или недостаточность материалов за некоторые годы (данными по объему уловов в 1999 г. мы не располагаем, а по 1998 г. известен только общий объем вылова в целом по бассейну - 2500 т), имеющийся массив данных позволяет проанализировать динамику промысловых уловов.

В целом за рассматриваемый период объем общих уловов увеличился более чем в два раза. Характерной чертой уловов для большинства видов являются довольно резкие изменения объема вылова даже в смежные годы. Исключение составляет только лещ, уловы которого имеют явную тенденцию к повышению. Собственно говоря, повышением уловов именно этого вида

Таблица 3. Видовой состав промысловых уловов в озерах Алакольской системы

Год	Сазан		Окунь		Судак		Карась		Лещ		Всего	
	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
1939	53,85	14	249,93	65	-	-	-	-	-	-	303,78	79
1961	2941,1	84	525,20	15	-	-	-	-	-	-	3466,3	99
1962	3106,03	81	690,23	18	-	-	-	-	-	-	3796,26	99
1963	3762,78	81	7897,25	17	-	-	-	-	-	-	11660,03	98
1995	207,0	22,7	293,0	32,1	231,0	25,3	81,0	8,9	101,0	11,1	913,0	100
1996	175,0	18,2	120,0	12,5	270,0	28,1	143,0	14,9	254,0	26,4	962,0	100
1997	133,0	13,4	45,0	4,5	366,0	36,7	246,0	24,7	206,0	20,7	996,0	100
1999	21015,2	71	2495,3	15	-	-	-	-	-	-	23510,5	86
2000	90,3	15,4	3,9	0,7	115,1	19,6	64,7	11,1	310,7	53,1	584,7	100
2001	241,0	19,9	46,6	3,8	305,1	25,1	112,3	9,3	508,2	41,9	1213,2	100
2002	39,1	2,1	110,1	6,0	299,4	16,3	70,2	3,8	1322,8	71,8	1841,6	100
2003	58,6	2,2	262,8	9,7	257,8	9,5	517,1	19,0	1392,5	51,2	2721,0	100
2004	15,2	0,7	167,6	7,5	172,9	7,8	523,7	23,5	1348,4	60,5	2227,7	100

в основном определяется общий рост уловов в целом по бассейну.

Примерно те же моменты прослеживаются и при анализе структуры уловов. Доли большинства видов также резко меняются даже в смежные годы. В этом плане исключение составляют сазан и тот же лещ. В отношении первого прослеживается явная тенденция к уменьшению доли в уловах, в отношении второго, наоборот, - к ее увеличению.

Сравнивая динамику уловов в целом по бассейну с таковой по конкретным озерам, можно отметить как много общих моментов, так и опре-

деленные особенности, характерные для каждого из водоемов (табл. 4-6).

В оз. Алаколь в большую часть рассматриваемого периода объем общего вылова более стабилен, чем на остальных озерах системы (см. табл. 4). Вместе с тем крайние значения уловов в разные годы различаются примерно в три раза. Вылов и доля в уловах всех видов, кроме леща, резко меняются в смежные годы. У последнего постоянно растет объем вылова, но доля в уловах также резко колеблется.

Таблица 4. Видовой состав промысловых уловов в оз. Алаколь

Год	Сазан		Окунь		Судак		Карась		Лещ		Всего	
	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
1995	18,1	4,3	293,0	70,8	33,0	8,0	45,0	10,9	25,0	6,0	414,0	100
1996	111,0	21,8	120,0	23,6	96,0	18,9	76,0	14,9	106,0	20,8	509,0	100
1997	52,0	9,6	45,0	8,3	156,0	28,9	179,0	33,2	107,0	19,9	539,0	100
2000	12,3	6,5	3,9	2,0	11,1	5,8	15,8	8,3	147,8	77,6	190,4	100
2001	67,3	15,0	46,6	10,4	79,5	17,7	35,7	8,0	219,2	48,9	448,3	100
2002	39,1	6,8	110,1	19,2	102,7	17,9	13,7	2,4	307,3	53,6	572,9	100
2003	58,6	8,7	262,8	39,0	90,0	13,4	262,9	39,1	205,5	30,5	673,1	100
2004	15,2	2,3	167,6	24,8	27,9	4,1	223,1	33,1	201,9	29,9	675,0	100

На оз. Кошкарколь четко прослеживается тенденция увеличения объема общего вылова (см. табл. 5). Крайние значения уловов в разные годы различаются более чем в 13 раз. При этом только по лещу прослеживается более или менее явная

тенденция к увеличению уловов, уловы остальных видов резко колеблются. Крайние значения уловов карася различаются более чем в 100 раз. Добыча сазана с 2002 г. запрещена, однако на общий вылов это не повлияло.

Таблица 5. Видовой состав промысловых уловов в оз. Кошкарколь

Год	Сазан		Судак		Карась		Лещ		Всего	
	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
1995	4,0	11,4	9,0	25,7	7,0	20,0	15,0	42,9	35,0	100
1996	9,0	16,4	20,0	36,4	1,0	1,8	25,0	45,5	55,0	100
1997	20,0	23,3	24,0	27,9	19,0	22,1	23,0	26,7	86,0	100
2000	4,7	9,4	8,7	17,4	14,9	29,9	21,9	44,0	49,8	100
2001	5,3	5,1	19,4	18,7	21,7	20,9	57,2	55,2	103,6	100
2002	-	-	25,0	4,4	28,7	5,1	513,9	90,5	567,6	100
2003	-	-	13,7	3,2	105,8	24,8	307,4	72,0	426,9	100
2004	-	-	16,1	4,6	69,0	19,6	266,9	75,8	352,0	100

На оз. Сасыкколь до 2000 г. общий объем уловов снижался, в последующем увеличился (см. табл. 6). Крайние значения уловов в разные годы различаются более чем в 3 раза. С 2000–2001 гг. прослеживается тенденция увеличения уловов леща и карася и уменьшения уловов судака. До этого уловы всех видов резко колебались в смежные годы. Добыча сазана с 2002 г.

запрещена, однако на общий вылов это не повлияло. Наибольший разброс крайних значений вылова (более чем в 11 раз) наблюдался у леща.

Рассматривая ситуацию в целом, можно заключить, что подобные «скачки» объема и структуры уловов совершенно необъяснимы с точки зрения изменения состояния запасов (хотя оно также менялось), даже с учетом постоянного

Таблица 6. Видовой состав промысловых уловов в оз. Сасыкколь

Год	Сазан		Судак		Карась		Лещ		Всего	
	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
1995	185,0	39,9	189,0	40,7	29,0	6,3	61,0	13,1	464,0	100
1996	55,0	13,8	154,0	38,7	66,0	16,6	123,0	30,9	398,0	100
1997	61,0	16,4	186,0	50,1	48,0	12,9	76,0	20,5	371,0	100
2000	73,3	21,3	95,3	27,7	34,0	9,9	141,0	41,0	344,0	100
2001	168,5	25,4	206,2	31,2	55,0	8,3	231,7	35,0	661,3	100
2002	-	-	171,7	24,5	27,8	4,0	501,6	71,5	701,1	100
2003	-	-	154,1	14,2	148,4	13,6	786,3	72,2	1088,9	100
2004	-	-	128,8	10,4	231,6	18,7	879,6	70,9	1240,0	100

роста численности леща и его доли в уловах. Во всяком случае общая продукция водоемов (в том числе и продукция ихтиомассы) не может так резко и бессистемно меняться в смежные годы. Последнее заставляет думать, что промысловая статистика в рассматриваемый период небезупречна и отражает не столько истинное состояние запасов, сколько приоритеты и направленность промысла, а также, вероятно, степень эффективности контроля за использованием биоресурсов.

*Обоснование необходимости дополнительных исследований и мониторинга.* В последние годы запасы окуня уменьшаются, есть серьезные опасения, что численность пелагической формы под воздействием промысла может быть подорвана. В связи с этим одним из направлений работ является изучение особенностей биологии пелагического и камышового окуней. У первого совершенно не изучена биология в период нагула, где и на какой глубине обитает, характер питания в пелагиале озера, как происходит зимовка. В этом плане биология камышовой формы более исследована, однако остается открытым вопрос весенней ее миграции на нерест и происходит ли репродуктивная изоляция данных форм. Эти вопросы имеют не только теоретическое значение, но и практическую значимость в плане регулирования рыболовства для сохранения данного вида.

Изучены некоторые черты биологии балхашского окуня, положение которого, с точки зрения принадлежности к охраняемым видам, в Алакольской системе очень противоречиво. С одной стороны, это вид, внесенный в Красную книгу МСОП, в то же время в Алаколь-Сасыккольской группе озер этот вид промысловый.

Очень остро стоит вопрос с лещом. С момента акклиматизации данного вида в оз. Алаколь появилась тугорослая форма этого вида. В настоящее время лещ расселился по всем озерам системы, стал доминирующим видом, но до сих пор имеются вопросы относительно дифференциации стада на быстрорастущую и тугорослую и биологических особенностей каждой из этих экоформ. Эти вопросы становятся особенно значимыми в условиях усиливающегося антропогенного воздействия.

Актуальными становятся проблемы охраны и рационального использования ценных промысловых видов рыб судака и сазана, запасы которых с каждым годом сокращаются. И это не только результат воздействия промысла, но и обострившихся конкурентных отношений в ихтиоценозе. Очень плохо изучена ихтиофауна рек. Один из видов рыб, ранее населявших озерную часть и в настоящее время сохранившийся в равнинных участках рек, - маринка - совершенно не изучен. Непонятной остается судьба озерного губача, часть популяции которого еще частично сохранилась в основном в реках и оз. Алаколь.

Для сохранения существующего биологического разнообразия необходим контроль за трансграничной р. Емель. Имеются сведения относительно постоянного пополнения ихтиофауны Алакольских озер малоценной ихтиофауной именно из этого участка. Очень важно с точки зрения сохранения существующего разнообразия и изучение ихтиофауны оз. Жаланашколь, где акклиматизированных видов немного, а численность их мала. Этот вопрос важен в плане сохранения этого участка как памятника природы. Необходимо обследование многочисленных внутренних водоемов дельты р. Уржар и особенно труднодоступных Тысячных озер.

Исключительный интерес представляет также образовавшаяся озерная система по Ер- туйской протоке в западной части оз. Сасыкколь, где происходит становление новых ихтиоценозов. Перечисленные вопросы очень важны и требуют дальнейших научных разработок и мониторинга.

*Краткие выводы.* История изучения ихтиофауны Алаколь-Сасыккольской системы озер насчитывает уже 165 лет, однако наиболее активные исследования велись последние 50 лет. Опубликованных ихтиологических работ по этим водоемам сравнительно мало, основная часть собранных материалов находится в виде отчетов и хранится в фондах Научно-производственного центра рыбного хозяйства (Алматы).

Аборигенная ихтиофауна озер была представлена 9 видами рыб из 3 семейств, наиболее многочисленными из которых в прошлом были балхашская маринка и пятнистый губач. В результате акклиматизационных работ и случайного вселения общее число обитающих в озерах и реках видов увеличилось до 17. Ихтиоценозы зарослевых участков озер представлены окунем и карасем, в открытой части - лещем.

Фоновыми видами водоемов являются окунь и лещ. Плотва встречается только в восточной части оз. Сасыкколь, куда она расселилась из оз. Кошкарколь, где была случайно акклиматизирована и где этот вид уже набрал значительную численность. Численность рыбы на внутренних озерах дельты Тентека (Алакольский заповедник) в 3-7 раз выше, чем на открытой акватории Сасыкколя и Алаколя, где последние 15 лет запасы рыбы подорваны в результате неумеренного промысла.

В озерах Алаколь и Сасыкколь в уловах встречается 7 видов рыб, при этом в ихтиоценозе открытой части Алаколя доминирует балхашский окунь, карась присутствует только в прибрежной зоне и придаточной системе. Лещ ловился на всех станциях и был одним из доминирующих видов. Сазан и судак из-за сильной промысловой нагрузки в последние годы стали малочисленны и в уловах встречались в единичных случаях.

*Рекомендации по устойчивому использованию рыбных ресурсов.* Применительно к водоемам Алакольской системы озер описанные моменты выглядят следующим образом. Промысловых видов рыб и видов, которые в ближайшие годы могут

иметь промысловое значение, в водоемах бассейна восемь - сазан, судак, лещ, серебряный карась, балхашский окунь, белый амур, белый толстолобик и плотва. Из них плотва образует промысловые концентрации только на оз. Кошкарколь, окунь - только на оз. Алаколь, а промысловые стада амура и толстолобика только формируются. Все перечисленные виды можно условно подразделить на две группы: потребительски ценные (сазан, судак, белый амур, белый толстолобик) и малоценные (лещ, карась, окунь и плотва). Основу биомассы общего запаса составляют малоценные виды.

В целом по водоемам бассейна в настоящее время наибольшую биомассу имеет лещ, далее соответственно карась, окунь, судак, сазан, плотва, белый амур и белый толстолобик. Для создания оптимальной и реально достижимой в условиях водоемов Алакольской системы сырьевой базы рыбной промышленности, на наш взгляд, необходимо формирование и поддержание соотношения биомасс промысловых видов (в целом по бассейну) в следующей последовательности: сазан, карась, судак, окунь, белый амур, с минимумом численности и биомассы леща и плотвы. Зарыбление водоемов толстолобиком следует прекратить из-за его многочисленности и быстрого распространения.

Основной целью ведения рыбного хозяйства на Алакольских озерах должно стать максимальное увеличение доли и биомассы ценных видов (сазана, судака и амура) в общем запасе и уловах, для чего необходимо «освободить» водоемы от малоценных видов. Исключение составляет окунь, численность которого как аборигенного вида необходимо поддерживать на максимальном уровне. Основным способом управления запасами должно быть регулирование промысловой нагрузки на отдельные водоемы, участки или виды рыб (хотя от зарыбления как метода отказываться также нельзя).

Все три основных озера Алакольской системы (Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь) имеют определенные различия по условиям обитания для рыб и соответственно отличаются своеобразным набором промысловых видов и соотношением их биомасс. Оптимальные соотношения промысловых видов для этих водоемов также, естественно, различаются. Кроме основных озер, Алакольская система включает также огромную площадь придаточных водоемов (разливов, дель-

товых и пойменных озер и других мелких водоемов). Условия обитания и имеющийся набор промысловых видов в водоемах придаточной системы резко отличаются от видового состава основных озер системы. То же можно сказать и об оптимальном соотношении видов. Поэтому, хотя необходимые для достижения оптимального соотношения промысловых видов мероприятия имеют много общих моментов для всех трех основных озер и придаточной системы, все же их лучше рассматривать отдельно.

Различия условий обитания и набора промысловых видов в разных водоемах подводят нас к тому, чтобы на каждом водоеме для достижения оптимального соотношения биомасс и стабильного получения наиболее ценной продукции среди промысловых видов выделять объекты повышенного внимания: оптимальная иерархия биомасс - сазан, карась, амур, окунь, в качестве прилова - судак, лещ и плотва.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биоэкологические основы функционирования водных экосистем главных рыбохозяйственных водоемов Казахстана и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов. Раздел: Алакольская система озер: Отчет о НИР / КазНИИРХ, № ГР 0194РК00040. Алматы, 1998. 112 с.
2. Биоэкологические основы функционирования водных экосистем главных рыбопромысловых водоемов Казахстана и рекомендации по использованию их биоресурсов. Раздел: Алакольская система озер: Отчет о НИР (заключительный) / КазНИИРХ. № ГР0194РК00043. Алматы, 2000. 154 с.
3. Биологические основы реконструкции ихтиофауны и фауны кормовых организмов Алакольских озер: Отчет о НИР / КазНИИРХ. Балхаш, 1967. 140 с.
4. Сохранение и устойчивое использование генофонда редких и ценных видов и пород рыб. Раздел: Бассейн Алакольских озер: Отчет о НИР (промежуточный) / КазНИИРХ. Алматы, 2003. 84 с.
5. Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов. Раздел: Алакольская система озер: Отчет о НИР (промежуточный) / КазНИИРХ. № ГР0194РК00043, 2003. 109 с.

УДК 504.54 (574)

Ж. Д. ДОСТАЙ, Қ. Т. САПАРОВ

## ТОПОНИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ АУДАНДАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ (ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖӘНЕ ШЫҒЫС ӨНІРЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ)

*Мақалада Қазақстанның Солтүстік-шығыс, Шығыс аймағын геоэкологиялық аудандау мәселелері жөнінде сөз болады. Сонымен қатар геоэкологиялық ахуалы және олардың орнықтылығы сипатталады.*

*Рассматривается геоэкологическое районирование регионов северо-востока и востока Казахстана, а также дается анализ геоэкологического состояния экологической устойчивости этой территории.*

*The article considers the geoecological regioning of North-Eastern and Eastern districts of Kazakhstan, as well as geoecological condition and stability of these territories.*

Геоэкологиянын (ландшафттық экология) маңызды мәселесі — адамзат қоғамы мен табиғаттың өзара байланысының кеңістік-уақыттық заңдылықтарын танып білу болып табылады. Бұл географиялық ғылымның негізгі мақсаты — турлі табиғи және антропогендік ландшафтардағы адам өмірін зерттеу және бағалау [1, 2].

Сонымен бірге, қоршаған ортаның экологиялық мәселелерін зерттеу барысында география пәні табиғи ортаның құрамбөліктерінің өзгеру

заңдылықтарың, тұрғындардың аумақтық орналасуын табиғи ресурстардың аумақтық сәйкестігін пайдалана отырып игеру нәтижесіндегі шаруашылықтың турлі салаларының дамуын, қоршаған ортаның адамдардың өмір сүру жағдайына әсер ету сипатын зерттейтін, өзінің тармақталған ғылыми салаларынын жүйесіне сүйенеді [2].

Геоэкология табиғи-антропогендік жүйелердің экологиялық жағдайын физикалық-геоэкологиялық провинциялар, аудандар, ландшафттар, т.б. рангінде

зерттейтін болғандықтан, геоэкологиялық аудандауға басты негіз жалпы ғылыми физикалық-географиялық аудандау бола алады.

Экологиялық жағдайы зерттеліп отырған аймақтардың табиғат қасиеттерінің бірдей болуы, осы геожүйелердің орнықтандыру мен табиғатын қорғауға бағытталған шаралар жүйесінің бірдей болуына мүмкіндік береді. Геоэкологиялық аудандау әдетте, физикалық-географиялық аудандаудың жеке бірліктеріне (ел, зона, провинция, округ, аудан т.б.) негізделеді және әрбір бөлінген аймақтың экологиялық жағдайын кеңістікте сипаттап, көрсетеді.

Табиғатты пайдалану мәселелерінің шешуде геоэкологиялық аудандаудың маңызы зор. Осы ұғымға табиғат құбылыстары мен үрдістерін қоғамға қолайлы бағытта өзгертуге арналған іс шаралар кешені де енеді.

Б. А. Федорович, Н. А. Гвоздецкий, В. А. Николаев т.б. ғалымдардың [3—5] еңбектеріне сүйене отырып, Қазақстанның ландшафттық экологиясының ғылыми-қолданбалы астарларын қамтитын жұмыстардың негізін А. В. Чигаркин қалады [6]. Ол өзінің зерттеулерінде Қазақстанның табиғатын қорғауға байланысты аудандау идеясын жалғастырып, оларды өзгертудің бағыттары мен әдістерін негіздеді. Автор кейінгі еңбегінде геоэкологияның теориялық және әдістемелік негіздерін анықтап, геожүйелердеп экологиялық факторлар мен антропогенезді зерттеп, оның салдарына баға беріп, Қазақстанның геоэкологиялық карта-схемасы мен геоэкологиялық аудандау схемасын құрастырды. Қазақстанның геоэкологиялық аудандау схемасында 8 физикалық географиялық елдер мен оған енетін 47 геоэкологиялық провинциялар топтастырылған. Экологиялық бұзылуды бағалау критерийін таңдау геожүйелерді ранжирлеуді жалғастыруға, яғни табиғи аймақтарды экологиялық бұзылудың одан да төмен реттік деңгейлерше бөлуге мүмкіндік береді. Табиғатты қорғау жағдайлары бойынша табиғи аймақтарды біріктіру экологиялық жағдай қалыптастыруға бағытталған бірыңғай шаралар жүйесін жасауға жағдай туғызады [7].

Сонымен Қазақстанның Солтүстік-шығыс, Шығыс өңірлері (Павлодар, Шығыс Қазақстан облысының аумағы) геоэкологиялық аудандау тұрғысында 5 ел және оларға қарасты 11 провинция аумағын алып жатыр.

Атап айтсақ, 1) **Батыс Сібір жазығы елі** (Барам даласы, Ертіс маңы, Құлынды, Ерейментау құрғақ даласы провинциялары), 2) **Сарыарқа елі** (Шыңғыстау шөлейт провинциясы), 3) **Алтай**

**таулы елі** (Батыс Алтай таулы, Оңтүстік Алтай таулы провинциялары), 4) **Сауыр-Тарбағатай — Жетісу таулы елі** (Жайсан тауаралық шөлейт, Сауыр таулы, Тарбағатай таулы провинциялары), 5) **Тұран елі** (Балқаш маңы — Алакөл шөл провинциясы) болып ажыратылады [1]. Айта кететін жағдай ландшафттық-экологиялық картаны жасағанда адамды қоршаған экологиялық қолайлы жағдайды сақтауды қамтамасыз ететін кейбір интргredientтердің ауадағы, судағы және топырақтағы мейлінше шоғырланудың рауалы шегі (ШРШ) (концентрациясы) ескеріледі. Бұл интегралды көрсеткіштер Мүмкіндігінше Шектелген Экологиялық Жүктемеш (МШЭЖ) сипаттайды [8].

Қазақстанның геоэкологиялық картасының [9] негізіне алынған экологиялық ақпаратты кешенді сараптау дәйекті материалды геоэкологиялық жағдайдың шиеленісуіне байланысты жүйелеуге мүмкіндік берді. Геоэкологиялық жағдайдың шиеленісуі — адам тіршілігінің қалыпты жағдайының өзгеруі, табиғи ресурстардың сарқылуы, геожүйенің орта және ресурс қалыптастырғыш қасиетінің төмендеуі немесе жоғалуы. Келеңсіз экологиялық жағдайдың себебі, әдетте, антропогенез, кейбір жағдайда табиғи үдірістер де әсер етуі мүмкін [7].

Сонымен экологиялық бұзылуды бағалау критерийін таңдау геожүйелерді ранжирлеуді жалғастыруға, яғни табиғи аймақтарды экологиялық бұзылудың одан да төмен реттік деңгейлерше бөлуге мүмкіндік береді. А. В. Чигаркин Қазақстанның геожүйелерінің экологиялық бұзылу деңгейлерін балл есебімен көрсеткен. Атап айтсақ, *апаттық* (5), *қауіпті* (4), *шиеленіскен* (3), *қанағаттанарлық* (2), *қолайлы* (1) т.б. және геоэкологиялық аудандау схемасында әрбір елге қарасты провинция атауларында экологиялық жағдайды анықтайтын негізгі табиғи және антропогендік факторлар, оның ішінде табиғи зоналық, экономика мен табиғи ресурстарды пайдаланудың басты бағыттары берілген [7]. Қазақстанның Солтүстік-шығыс өңірін қамтитын Павлодар облысының ауданы 124,8 мың шаршы км-ге тең, **Батыс Сібір жазығына (елі)** сұғына еніп жатқан *Барам дала*, *Құлынды*, *Ертіс маңы* құрғақ жазықтары аумақтың 70%-ын құраса, ұсақ шоқылы көтеріңкі келетін оңтүстік-батыс бөлігі (*Ерейментау-Баянаула құрғақ дала провинциясы*) 30%-ға жуық бөлігін алып жатыр [10]. Павлодар облысының аумағы меридиан бағытта (бойлық бойынша) созылып жатуына байланысты қазіргі ландшафттық құрылымдарда ендік дифференциациясы айқын байқалып, түрлі ландшафт

тұрпаттарымен ажыратылады. Аумақтың көп бөлігін дала, қуаң (құрғақ) дала зонасы құраса, ал оңтүстік-шығыс бөлігі шөлейт зонасымен (ШҚО) шектесіп жатыр.

Солтүстік-шығыс бөлігі көктеректіөқайынды орман (Барама даласы) шоқтарымен, Ертіс жайылмасы өсімдік жамылғысының (тоғайлы-бұталы) әркелкілігімен ажыратылады. Қарағай орманының Баянауланың гранитті тастарында өсіп, кездесуіне геологиялық ерекшеліктер мен тік белдемділік шекарасының байқалуы әсер еткен. Ертістің оң жағалауы Құлынды даласы, құмды өңірлерде өсетін реликті таспалы қарағай орманы («Ертіс орманы МОТР») барлық орманның 65%-ын құрайды. Батыс Сібір еліне жататын Ертіс маңы құрғақ дала провинциясы Ертіс маңы синеклизасында дамыған кайназойдың шөгінді жыныстарынан (неогеннің саздарынан) құрылған. Беткі бөлігі Ертістің төрт терассалық жайылмаларына жататын құмтасты және аллювиальді, құмтасты, қиыршық тасты шөгінділермен жабылған деуге болады. Экологиялық табиғи факторларына тоқталсақ, топырақтың механикалық құрамы жеңіл және дефляцияға бейім келеді, Ертіс өзені Шығыс Қазақстанның өнеркәсіптік транзиттік ағын сулары және жергілікті өнеркәсіп және энергетикалық кешендер арқылы ластануда. Аумақтың экологиялық деңгейі — қанағаттарлық. Ауа мен судың ластануы Павлодар, Ақсу, Екібастұз қалаларында ШРШ-дан артық. Экологиялық шиеленісу аймақтарына: Екібастұз кен-өндіру энергетикалық кешені, Павлодар урбаөнеркәсіптік аймағы, Ақсу урбаөнеркәсіптік аймағы, Семей өнеркәсіптік аймағы, Ертіс өзені аңғары жатады [1]. Мысалы Павлодар урбаөнеркәсіптік аймағында мұнай өндеу, химия, алюминий және жаңадан ашылған электролиз зауыттары жұмыс істейді. Сонымен қатар ЖЭО-тары бар. Экологиялық шиеленісу деңгейі — шиеленіскен. Атмосфералық шаң, CO, NO, H<sub>2</sub>S, фенол, хлорлы сутегімен ластанған. АЛИ<sub>5</sub> (атмосфераның ластану индексі - 1,8 (2006 ж.), Ертіс өзені өнеркәсіптік және тұрмыстық ақаба сулармен ластанған. Ақсу урбаөнеркәсіптік аймағы, Ақсу ферроқорытпа зауыты мен Ақсу МАЭС-і атмосфераны күкірт және көміртек тотығымен, шаңмен ластануда. Екібастұз кен өндіру энергетикалық кешені. Екібастұз көмір алабында орналасқан ашық карьерлер мен Екібастұздағы МАЭС-1, МАЭС-2, тау жыныстарының үйінділері қауіптіэкологиялық шиеленіс тудыруда. Ауаның шаң, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> ластануы ШРШ артық. АЛИ<sub>5</sub>-1,2 (2006 ж.). Құбырлардан шыққан шаң, газдар батыс желдердің

әрекетінен шығысқа қарай 150 км қашықтыққа тарайды. Семей өнеркәсіптік аймағы — цемент, тамақ өнеркәсібі дамыған Семей қаласын қамтиды. Экологиялық шиеленісу деңгейі — шиеленіскен. АЛИ<sub>5</sub> — 3,5. Атмосфералық ауа фенол, азот тотығы, көміртегі мен азот тотықтары шаңмен (1,3 ШРШ) ластанған. Сонымен қатар Ертіс өзенінің өнеркәсіптік - тұрмыстық ақаба сулармен ластану қаупі жоғары. Ертіс өзенінің аңғарының су сапасы 3-ші сыныптық, ластануы орташа. Суды (Павлодар, Семей қалалары) және трансшекаралық (Кенді Алтай өндіріс орындары) ластау көздері ластайды. Аумақтағы қорықтық нысандарға «Ертіс орманы» (МОТР) және «Семей орманы» (МОТР) резерваттарын жатқызуға болады. Павлодар облысының шығыс бөлігінде орналасқан (Шарбақты, Лебяжі ауданы) резерваттың ауданы 277 961 га. 148,3 мың га (орманды жерлердің 65%-ы) жерді орман алып жатыр. Семей орманы (МОТР) аумағы 662 167 га. Қазақстанның таспалы (реликт) қарағай ормандары құрғақ дала және шөлейт зоналарының шекараларында орналасқан бірегей табиғи нысан болып табылады, су қорғағыш, климатты реттеу және рекреациялық қызмет атқарады. Қазіргі уақытта антропогендік әрекеттерден (кесу, өртеу) орман алқаптары жылдан-жылға азайып келеді. Бұл әрекеттер өсімдік және жануарлар дүниесін жояды, топырақтың қасиетін, су режимін (еспе сулар), микроклиматты, жалпы алғанда аймақтық экологиялық жағдайына кері әсер етеді. Сонымен қатар «Ертіс өзені жайылмасы» мемлекеттік табиғи қорықшасы (кешенді), жалпы ауданы 377 133 га, Ертістің жағасында (Павлодар қаласы) «Құс жолы» мемлекеттік табиғат ескерткіші (2 га) бар [10].

*Барама (Бараба) дала провинциясы* — Батыс Сібір ойпатының оңтүстік-шығыс шетінде Ертіс өзенінің оң жағалауын алып жатыр. Жер бедері батысқа, Ертіс өзені аңғарына қарай еңістеу келеді. Аумақтың экологиялық шиеленісу жағдайы — қолайлы. Оның негізгі экологиялық шиеленісу көздеріне — ауыл шаруашылығын дұрыс жүргізілмеуі мен жел эрозиясы салдарынан қара топырақтың құнарсыздануы.

*Құлынды құрғақ дала провинциясы* — Батыс Сібір жазығының оңтүстік шетімен Алтайдың батыс етегінің қиылысында орналасқан. Экологиялық шиеленісу деңгейі — қолайлы. Дегенмен жел эрозиясы мен жерді жырту салдарынан топырақтың құнарсыздануы байқалады. Сондықтан ауыспалы егіс, жайылым, қарағайлы ормандардың алқаптарын кеңейту қажет.

*Ерейментау* — Баянаула құрғақ дала провинциясы — Сарыарқаның солтүстік-шығыс бөлігін

алып жатыр. Бұл аумаққа *Ерейментау* (899 м), *Баянаула* (1026 м), *Қарақаралы* (1403 м), *Қызылтау* (1055 м) т.б. жатады. Провинцияның көп бөлігінің экологиялық шиеленісу деңгейі — *қанағаттарлық*. Экологиялық шиеленісу көздеріне — *Қарағанды-Теміртау өнеркәсіптік ауданы* жатады. *Нұра өзенінің* ластануы — *қауіпті* деңгейде. Зерттеу аумағына қарасты қорықтық нысандарға: *Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи саябағы* және оның құрамына кіретін «*Қызылтау*» *МТ қорықшасы* жатады.

Кең аумаққа созылып жатқан Сарыарқа еліде 4 белдеулік зона бар: орманды дала, дала, шөлейт, шөл. Олар табиғи жағдайы және генетикалық көрсеткіштеріне байланысты 9 геоэкологиялық провинцияға бөлінеді.

Соның ішінде Шығыс өңірге жататын *Шыңғыстау шөлейт провинциясын* атауға болады. Шыңғыстау аласа тауларымен (1305 м), Қазақ қатпарлы елінің шығыс шетін алып жатыр. Бұл таулар Көкпекті, Шар ұсақ шоқыларымен шектесіп жатыр. Шар өзені Алтай тауларынан бөліп тұр. Оңтүстік-шығыс бөлігі Тарбағатай таулары мен Зайсан қазаншұңқырымен жапсарласа орналасқан. Шыңғыстаудың солтүстігінде *Семейтау* (606 м), *Дегелең* (1085 м), орталығында *Қосбастау* (1077 м), *Хан-Шыңғыс* (1152 м), оңтүстігінде *Ақшатау* (1305 м) т.б. жоталары бар [11].

Экологиялық шиеленісу деңгейі қанағаттарлық жағдайда болғанымен, Семей ядролық сынақ полигоны мен Дегелең таулары жапсарлас ауданда — апаттық жағдай. Семей ядролық сынақ полигонының ауданы 18540 км<sup>2</sup>. Бірінші жарылыс 29.08.1949 жылы (куаты 20 кт) болды. Алғашқы сутегі бомбасы 12.08.1953 жылы жарылды. Барлығы 470 рет, оның ішінде 90 ауада, 26 жер бетінде және 354 жер асты сынақтары болды. Полигон аумағында топырақта цезий-137, стронций-90, еуропий-152,155, америций-241, плутоний-239, 240, кобальт-60 сияқты жасанды изотоптар таралған [12]. Жер бет және ауадағы ядролық жарылыстардың салдарынан ауаға тараған радионуклидтер негізінен полигонның батыс, оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарында таралған. Топырақ құрамының орташа альфа және бетта белсенділіктері 200-1800 Бк/кг аралығында. Ластанудың көп мелшері ойпан жазықтар мен шөлейт ландшафттарда көбірек болуы радионуклидтердің су және жел арқылы ландшафттарда қайта шоғырланғанын көрсетті. Шөлейттік ландшафттардағы радионуклидтердің мөлшері далалық ландшафттарға қарағанда көбірек. Радиобелсенділік мөлшері полигонның сынақ аудандарынан көп

кашық жерлерге таралған деуге болады. Семей маңы, Абай ауданымен шекаралас жатқан Жарма (Шар), Аягөз (Шұбартау) аудандарының кейбір жерлерінде плутоний-239, стронций-90 және цезий-137 радионуклидтерінің топырақтағы жоғары көрсеткіштері анықталды. Сондықтан бұл өңірде қалыптасқан радиоэкологиялық жағдай кең көлемді экологиялық зерттеу жұмыстарын жүргізуді талап етеді [13].

Тұран жазығы еліне жататын *Балқаш маңы* — *Алакөл провинциясы* Балқаш, Алакөл, Сасықкөл көлдері шоғырланған, Балқаш-Алакөл тектоникалық ойысын алып жатыр. Оның солтүстік бөлігі Шығыс Қазақстан облысы аумағына сұғына еніп жатыр. Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қауіпті* Негізгі экологиялық бұзылулар шөлдену үдірісінің белсенділігімен, Қапшағай бөгенін салу салдарынан Іле өзені атырауының көрғауы, Балқаш келі экожүйелерінің азып-тозуы, жайылымдық дигрессиясымен, Ақдала, Қаратал суармалы алқаптары топырағының қайта сорлануымен байланысты [1]. *Алакөл мемлекеттік табиғи қорығы* (ауданы — 19712,9 га.) 1998 жылы құрылды. Алматы және Шығыс Қазақстан облыстары аумағында орналасқан қорықтың басты міндеті — бірегей сулы-батпақты кешенді қорғап қалу. Тұщы Сасықкөл көлінің батпақты жағалауын, Алакөл көліндегі «*Реликті шагала*» табиғат ескерткіштері бар Аралтөбе аралы және Ұялы көлі аралығын қамтиды [14].

Алтай таулы елі — Сібірдің оңтүстігіндегі ұлан байтақ тау жүйесі, Қазақстанда оның батыс бөлігі — Кеңді Алтай мен Оңтүстік Алтай орналасқан. Ең биік нүктесі — *Мұзтау* (4506 м). Палеозой эрасы Герцин тау жасалу үдірісінде пайда болған. Мезозой мен палеогеннің басында Алтай кең байтақ денудациялық жазық болды. Қазіргі жер бедері неоген-төменгі төрттік кезеңде қайта кетершу нәтижесінде қалыптасты [11]. Алтай таулы еліне — *Батыс Алтай* және *Оңтүстік Алтай таулы провинциялары* жатады.

*Батыс Алтай (Кенді Алтай) таулы1 провинцияш* орташа таулы жоталар жүйесін қамтиды. Ең биігі *Иванов жотасы* (2778 м), *Қоржынтау* (Қалзын) (2360 м), *Көксу* (2025 м), *Тигрең* (2007 м), *Қоңыржон* (Листвяга) (1837 м), *Оба* (1962 м), *Үлбі* (1395 м) және *Қалба жотасы* (Сарышоқы — 1606 м) т.б. атауға болады [15]. Аумақтың экологиялық жағдайы — кейбір өнеркәсіп орталықтарында (Өскемен, Лениногор, Зырян қалалары) *қауіпті*, ал экологиялық бұзылу деңгейі қанағаттарлық, экологиялық шиеленісу кездері тау-кен өнеркәсібі, түсті металлургия, энергетика, Семей ядролық

сынақ полигонының қоршаған ортаға ұзақ уақыт әсер етуі болып табылады.

*Өскемен урбаөнеркәсіптік ауданы* — Өскемен қаласын және оның маңын алып жатыр. Қоршаған ортаға кері әсер ететін өнеркәсіп орындарының қуатты кешені титан-магний, қорғасын-мырыш комбинаттары, Улбі металлургия, химия-металлургия және цемент зауыттары, ЖЭО т.б. Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қауіпті*, жер бетіндегі тұрақты температура инверсиясымен және тымырсықтың жиі қайталануымен шиеленісе түседі АЛИ<sub>5</sub> - 6,1 (2006 ж.), күкірттің қос тотығы, фенол (1 ШРШ), шан (4 ШРШ), формальдегид (1,7 ШРШ) пен азоттың қос тотығы (1,3 ШРШ). Ертіс және Улбі өзендерінің өнеркәсіптік-тұрмыстық ақаба суларымен ластануда.

*Лениногор урбаөнеркәсіптік торабы* — Риддер қаласы мен түсіп металлургияның тау-кен өндіріс орындарын қамтиды. Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қауіпті*. Экологиялық орнықсыздану факторлары: Лениногор - полиметалл комбинаты және оның құрамына кіретін қорғасын-мырыш зауыты, кеніштер, карьерлер, бос тау жыныстары үйінділері. Атмосфераның ластану деңгейі өте жоғары — Қазақстан қалалары ішінде ластану бойынша *бірінші орында*. Тауаралық ойыс атмосфералық ауаны ластаушылардың таралып кетуіне қолайсыз климаттық жағдай туғызады. 1996 жылы АЛИ<sub>5</sub> — 22, формальдегид (6,5 ШРШ), фенол (3,7 ШРШ), азоттың қос тотығы (1,8 ШРШ), күкіртің қос тотығы (21 ШРШ), шаң. Улбі өзеніне тасталатын өнеркәсіптік қалдықтар өзеннің ауыр металдармен ластану деңгейін арттырады. СЛИ — 3,13. Суының ластану деңгейі 4-ші сыныптық, құрамында мырыш (6,2 ШРШ), мыс (4,2 ШРШ) т.б. бар (2006 ж.). Топырақтың ластануы техногендік сипатта.

*Зырян урбаөнеркәсіптік торабы* — Зырян қаласын, түсті металлургияның тау-кен өндіріс орындарын қамтиды. Ең үлкен кері әсер етуші фактор — қорғасын комбинаты болып табылады. шиеленісу деңгейі — *қауіпті*. Қазақстанның ең лас қалаларының бірі. Негізгі ластаушылар: шаң, азот қос тотығы, фенол, күкірттің қос тотығы, формальдегид. АЛИ<sub>5</sub> — 10,5 (1997 ж.). Өнеркәсіптік ақаба сулардың негізгі бөлігі Бұқтырма өзеніне құйылады. СЛИ — 1,91. Суының ластану деңгейі 3-ші сыныптық, орташа (2006 ж.). Негізгі ластаушылар: кеніштер мен кендер, кеніш ашық әдіспен өндіретін терең карьерлер — Сыбай (320 м), Қорқын (350 м), Үшалы (220 м). Ірі Малеев кеніші.

*Глубокое тау-кен урбаөнеркәсіптік аймағы* — Ертіс полиметалл комбинатын (Глубокое кенті),

оған жапсарлас жатқан тау-кен өндіріс орындарын, қалаларды, жұмысшы кенттерін, Шығыс Қазақстан мыс-химиялық комбинатын (Усть-Таловка кенті) қамтиды. Жергілікті өзендердің өнеркәсіптік ластануы. Глубочанка өзенінің СЛИ — 4,08. Суының ластану деңгейі 5-ші сыныптық: мыс (6,5 ШРШ), мырыш (8,6 ШРШ), азот нитриті (3,5 ШРШ), т.б. Красноярка өзенінің СЛИ — 4,38. Суының ластану деңгейі 5-ші сыныптық: мыс (2,5 ШРШ), мырыш (15,1 ШРШ), марганец (4,4 ШРШ) (2006 ж.). Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қауіпті*.

*Кенді Алтай аумағындағы* — Ертіс өзені: Өскемен, Лениногор, Зырян қалаларында, Глубокое кентінде қалыптасып, Бұқтырма, Улбі, Красноярка өзендері әкелетін өнеркәсіптік-тұрмыстық ақаба сулармен қатты ластанған. СЛИ — 1,95. Су сапасы 3-ші сыныптық, ластануы орташа. Негізгі ластаушылар: мыс (2,3 ШРШ), мырыш (2,2 ШРШ), азот аммоний (2,3 ШРШ). Қазақстанның Кенді Алтай қалаларының атмосфералық ластану индекстерін 20 жыл (1986—2006 жж.) аралығында салыстыру арқылы бастапқы жылдары (1986—1992 жж.) өнеркәсіптердің қауырт жұмысына байланысты аталған қалаларда ауаның ластану дәрежесі жоғары болғанын көреміз [16]. Ал кейіннен экономиканың тоқырауына қарай, өнеркәсіп жұмыстарының баяулауына байланысты ластану дәрежесінің төмендегені байқалады. Зырян қаласының ауасының ластануы көрсеткіші Өскемен мен Риддерге қарағанда жоғары. Себебі, қала ауасының ластануына қала тұмандануының жоғарылауы және жел соғу жылдамдығының төмендеуі әсер етеді. Тауішілік ойыстарда жан-жағы тау жоталарымен қоршалғандықтан, желдің соғуы әлсіреп, ауа массаларының қозғалысы баяулайды. Аталған факторлардың ішінде ауа алабының табиғи желмен тазалануында жел өте маңызды орын алады. Сондықтан ауаның тек қана тік қозғалысымен және баяу желмен сипатталатын тауішілік ойыстардағы қалалардың ауа алабының тазалығына қатаң талап қойылуы тиіс. Өнеркәсіптердің ластаушы заттарды атмосфераға шығаруы кезінде аймақтың ауа-райы жағдайы қадағалануы қажет [16].

1992 жылы *Батыс Алтай таулы провинциясында Батыс Алтай мемлекеттік табиғи қорығы* ұйымдастырылды. Ауданы — 56 078 га. Ақ Оба мен Қара Оба өзендері аралығында Көксу жотасының беткейлерінде орналасқан. Сонымен қатар «Төменгі Тұрғысын» мемлекеттік қорықшасы (2200 га), «Көкшілтау самырсын тоғайы» мемлекеттік табиғат ескерткіші (137 га), *Алтай ботаника бағы* (Риддер қаласы) (154 га) ұйымдастырылған. Келешегі бар *Сібе ұлттық саябағын* ұйымдастыру

көзделген [14].

*Оңтүстік Алтай таулы провинциясы* Оңтүстік Алтайдың *Оңтүстік Алтай* (3483 м), *Сарышоқы* (3373 м), *Нарын* (2533 м), *Күршім* (2645 м) сияқты тау жоталарын қамтиды. Тауаралық ойыстарда көптеген көлдер мен өзендер шоғырланған [15]. Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қанағаттарлық*. Экологиялық қауіп факторлары — орманды ретсіз кесу, тау жолдарының ретсіз салынуы. Экологиялық шиеленісу аймақтарына Бұқтырма және Өскемен бөгені жатқызуға болады. Ұзындығы — 500 км, ені 35 км, көлемі 49,6 км<sup>3</sup> болатын Бұқтырма бөгені — *Зырян өнеркәсіптік торабының* өнеркәсіптік ағындыларымен ластануда. СЛИ — 0,79, суының сапасы 2 сыныптық, таза (2006 ж.). Қара Ертіс өзені ағындысының бір бөлігін алу жобасы салдарына бөген деңгейінің төмендеу қауіпі жоғары деуге болады. Өскемен бөгені Ертіс өзенінің арнасына салынған, ұзындығы 77 км, ені 1,2 км, көлемі 659 млн м<sup>3</sup>. Серябрян қаласы таукен өнеркәсіптік өндіріс орындарының ақаба суларымен ластанған. СЛИ — 0,88 суы 2 сыныптық, таза (2006 ж.). Аумақта Шығыс Қазақстанда алғаш рет ұйымдастырылған *Маркакөл мемлекеттік табиғи қорығы* (1976 ж.) бар. Қорықтың мақсаты — аймақтық ландшафттардың, көлдердің флорасы мен фаунасының табиғи ерекшеліктерін сақтап қалу. Ауданы — 75 048 га, Маркакөл тауаралық ойысындағы таулы-орманды (шыршалы-май карағайлы) ландшафттарын, оны қоршап жатқан Күршім жотасының тау беткейлерін, Маркакөл көлінің (абсолюттік биіктігі 1485 м) үлкен бөлігін қамтиды [14]. 1996 жылы *Қатон-қарағай мемлекеттік табиғи саябағы* (643 477 га) ұйымдастырылды. Қорықтың басты мақсаты — бірегей қылқанды ормандарды, тарихи, табиғи ескерткіштерді, яғни табиғи ландшафты сақтап қалу және аймақтық рекреациялық және курорттық әлеуетін (Рахман бұлағы санаторий) т.б. дамыту болып табылады [14].

Оңтүстік Алтай таулы провинциясынан оңтүстікке қарай Сауыр-Тарбағатай-Жетісу таулы елі орналасқан. Жетісу Алатауы тау жүйесін (4464 м) Сауыр (3500 м) және Тарбағатай (2992 м) жоталарын қамтиды. Қытай Жетісу тау жүйесімен біртұтас, шартты түрде ғана Қазақстан мен Қытай арасындағы мемлекеттік шекара бойымен бөлінеді

*Жайсан тауаралық шөлейт провинциясы* — Алтай, Сауыр мен Тарбағатай тау жүйелерін бөліп тұратын Жайсан тауаралық ойысында орналасқан. Жайсан қазаншұңқырының ұзындығы 300 км, ені 140—150 км. Ең төмен бөлігінде Жайсан көлі орналасқан, одан Ертіс өзені ағып шығады. Бұқ-

тырма бөгетін салған соң Жайсан көлі Бұқтырма бөгенімен қосылып, біртұтас суқойма құрады. Провинцияның экологиялық шиеленісу деңгейі — *қанағаттарлық*. Қытай аумағындағы Синьцзян-Ұйғыр автономиялық ауданында *Ертіс-Қарамай каналын* салу Қара Ертіс суының көлемін қысқартып, алабындағы табиғи тепе-теңдікті бұзады. Қазіргі уақыттағы 9 км<sup>3</sup> тен жылдық ағынды көлемі 20%-ға (2 км<sup>3</sup>) азайса, Бұқтырма бөгенінің деңгейі төмендеп, Ертістің бойында өндірілетін электр қуаты 20%-ға кемиді және Орталық Қазақстанның су шаруашылық мәселелері біршама шиеленіседі [1].

Аумақта табиғи ландшафттарды қорғау үшін Бұқтырма бөгенінің батыс жағалауында *ҚұлыдҰжы* және «*Қаратал құмы*» мемлекеттік табиғи қорықшалары (зоологиялық және ботаникалық) ұйымдастырылған. Сонымен қатар Қара Ертіс өзенінің аңғарында (Майқапшағай, Боран және Қаратал елді мекендері аралығы) келешегі бар *Жайсан шөлді қорығын* ұйымдастыру (120 мың га) кезделіп отыр [14]. Бұл қорықта Жайсан қазаншұңқырының шөлдік ландшафттың флорасы мен фаунасы қорғауға алынады.

*Сауыр таулы провинциясы* — Маңырақ таулары мен Сауыр жотасын қамтиды. Таулы массив (3500 м) тік беткейлерімен, тегіс шындарымен сипатталады. Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қолайлы*. Сауыр жотасы беткейлеріндегі ормандардың жойылып кетуін болдырмауға бағытталған табиғатты қорғау шараларын жүргізу қажет. Болашақта *Сауыр табиғат ескерткіші* (ботаникалық) *Жайсан маңы* және *Теректі* (ботаникалық) қорықшаларын ұйымдастыру жобасы бар [1]. *Сауыр табиғат ескерткіші* Сауыр жотасындағы Теректі және Шат алқаптарындағы таулы шыршалы ормандарды қамтиды. Қазақстан аумағындағы Шренк шыршасы (Тянь-Шань шыршасы) өсетін күнгірт қылқан жапырақты ормандары аралынан оқшауланған ең солтүстік бөліп кіреді. Сауыр жотасының оңтүстік-батысында Жайсан және Балқаш-Алакөл ойыстарын бөліп тұрған *Тарбағатай (Барқытбел)* жотасы алып жатыр [15].

Қазақстан аумағында жотаның батыс бөлігі орналасқан, оның ұзындығы 300 км-ге жуық, ені 30—50 км. Тарбағатай жотасының ең биік нүктесі — *Тастау тауы* (2992 м). Экологиялық шиеленісу деңгейі — *қанағаттарлық*. Қоршаған ортаның экологиялық орнықсыздану техногендік факторының жоқтығы, топырақ эрозиясы қаупінің алдын алу қажеттігі болып табылады. Тарбағатай (Барқытбел) жотасының батыс бөлігіндегі аласа таулы ландшафттарды қамтитын — *Тарбағатай*

мемлекеттік қорықшасы (240 000 га) ұйымдас-тырылған. Мақсаты — Тарбағатай жотасының бірегей субальпілік өсімдігін қорғау. Келешегі бар *Тарбағатай мемлекеттік табиғирезерватын* (2010 ж.) құру жоспарланған. Табиғатқа адамзаттын жоспарлы есері бір жағынан қоғамның өсіп келе жатқан табиғат ресурстары сұранысын қамтамасыз ету, екінші жағынан — табиғат ресурстарын мүмкіндігінше сақтау және оларды қайта өндіруді кеңейту арқылы қоршаған ортаның әлеуетті өнімділігін арттыруға болады. Бұл мәселелер қазіргі уақытта геоэкологиялық зерттеулер негізінде шешілуі керек. Экологиялық тұрғыда бұзылған аумақтардың табиғатын орнықтандыру бағдарламасын жүзеге асыру үшін осындай аймақ тұрғындарын үкіметтік шешімдер негізінде құқықтық қорғаудың маңызы ерекше. Соңдықтан қоршаған ортаны қорғау мен табиғатқа адам әсерінің салдарын алдын-ала білудің ландшафтық экологиялық ұстанымдары мен әдістерін әрі қарай дамыту маңызды деп білеміз. Қазіргі уақытта Семей ядролық полигонына жанасып жатқан *Павлодар және Шығыс Қазақстан облыстарының* үлкен бөлігі экологиялық апат зонасы деп жарияланған. Табиғатты қорғау саласындағы ғылыми проблемаларды сәтті зерттеп, шешу тек қоршаған ортасы экологиялық тұрғыда бұзылған аймақтардың жергілікті табиғат жағдайларының ерекшеліктерін жан-жақты ескеру арқылы, яғни геоэкологиялық негізде ғана жүзеге асады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Жакупова А.А., Чигаркин А.В. Қазақстанның аймақтық геоэкологиясы: Оқу құралы. Алматы: Қазақ университеті, 2007. 202 б.
2. Достай Ж.Д. Геоэкология пәнінің ғылымдағы орны // Географическая наука в Казахстане: результаты и пути развития: Материалы Межд. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию образования Института (сектора) географии НАН РК и 10-летию независимости Республики Казахстан. Алматы, 2001. С. 18-21.
3. Казахстан // Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука, 1969.
4. Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А. Казахстан: Очерки природы. М.: Мысль, 1971. 195 с.
5. Физическая география Республики Казахстан: Учебное пособие. Алматы: Казак университет, 1998. 266 с.
6. Чигаркин А.В. Памятники природы Казахстана: (примечательные ландшафты и их охрана). Алма-Ата: Кайнар, 1980. 150 с.
7. Фаизов К.Ш., Бельгибаев М.Е. Почвенные ресурсы Казахстана: их использование и охрана // Гидрометеорология и экология. 1995. №3.
8. Чигаркин А.В. Геоэкологическое районирование и экологическая реконструкция нарушенных геосистем Казахстана // Вестник КазГУ. Серия географ. 1996. Вып. 3.
9. Исакаев Н.А., Медеу А.Р. Казахстан: Природа. Экономика. Экология. Алматы, 2007. 216 с.
10. Сапаров К.Т. Павлодар облысының топонимикалық кеңістігі (қазақтардың кеңістікті игеру тәжірибесінің жер-су атауларындағы көрінісі). Павлодар: «ЭКО» ГӨФ, 2007. 308 б.
11. Физическая география Восточного Казахстана: Учебное пособие. Усть-Каменогорск, 2002. 182 с.
12. Тлеубергенов С.Т. Полигоны Казахстана. Алматы: Ғылым, 1997. 220 с.
13. Тугельбаев С.С. Геоэкологические проблемы радионуклидного загрязнения ландшафтов восточной части Казахского мелкосопочника: Автореф. ... дис. канд. географ. наук. Алматы, 2007. 16 с.
14. Сапаров К.Т. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар жүйесін қалыптастыратын географиялық атаулар // Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. 2007. № 2. С. 129-137.
15. Шығыс Қазақстанның әкімшілік-аумақтық картасы (М-бы 1 : 1 000 000). Алматы: «Картография» КҚК, «ҚР жерресурсагенттігі», 2003.
16. Чигаркин А.В., Сыдықова И.О. Қазақстандағы Кенді Алтай тауішілік ойыстарының экологиялық маңызы: Материалы межд. науч.-практ. конф. «IV Жандәуескіе чтения». Алматы, 2007. С. 194-197.

## Гидрология

УДК 536.16

С. К. ДАВЛЕТГАЛИЕВ

### ОЦЕНКА НОРМЫ ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ЕЛЕК

*Қалпына кайта келтірілген шамаларды ескерт есептелген жылдық ағындының сипаттамалары қарастырылған. Қалыпты ағындылар 1940—2004 және 1974—2004 жж. мәліметтерімен анықталған.*

*Представлены результаты расчета характеристик годового стока, вычисленных с учетом его восстановленных величин. Нормы стока определены по данным за 1940-2004 и 1974-2004 гг.*

*The results of the calculation of annual normal flow characteristics are given in accordance with its variables the annual normal flow defined for 1940–2004 and 1974–2004 years..*

Река Елек - левый крупный приток р. Жайыка (Урал) в пределах границы РК образуется от слияния рек Караганда и Жарык. Наблюдения за гидрологическим режимом реки ведутся с 1932 г. Однако данные наблюдений имеются не за все годы. В разное время на реке функционировало 8 гидростовов. Из них два пункта - п. Веселый №1 и с. Мертвецовка - были расположены на территории России. Эти посты в настоящее время не действуют. Верхний пост рзд. № 47 действовал в 1955-1989 гг., однако данные наблюдений за 1956-1957, 1980-1981, 1988-1989 гг. отсутствуют. Для створа у с. Тамды данные о годовом стоке имеются лишь за 1962 г. В 1963-1964 гг. расходы воды измерялись у п. Верхний Елек (площадь водосборного бассейна  $F = 5400 \text{ км}^2$ ), а в 1972-1975 гг. - в 6 км к северу от г. Актобе ( $F = 5530 \text{ км}^2$ ).

Стационарные наблюдения за режимом стока с некоторыми перерывами проводятся у города Актобе и у пос. Шелек. Естественный режим р. Елек нарушен действием двух водохранилищ многолетнего регулирования на притоке Каргале с 1975 г. и на самой р. Елек с 1980 г. В той или иной степени зарегулированным является сток отдельных притоков, таких, как Ор, Актасты, Сары-Кобда, Терсаккан. Из-за отсутствия информации о степени нарушения режима рек хозяйственной деятельностью не представляется возможным восстановить естественный сток. Поэтому характеристики годового стока в настоящей статье вычислены по данным бытового стока. Как показали наши исследования [1], работа упомянутых водохранилищ в многолетнем разрезе

существенно не влияет на норму стока, а может лишь снизить его изменчивость.

На основании анализа разностной интегральной кривой модульных коэффициентов годового стока рек Жайык - с. Кушум и Елек - г. Актобе, а также с учетом наличия фактических данных наблюдений в качестве единого расчетного выбран период с 1940 по 2004 г.

В связи с отсутствием почти на всех реках непрерывных данных наблюдений за годовым стоком величины его восстановлены с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов. При выборе рек-аналогов соблюдены соответствующие требования [2, 3]:

однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки;

территориальная близость расположения водосборов;

однородность условий формирования стока; отсутствие факторов, существенно искажающих естественный сток; статистические условия:

$$\geq (6 \square 10) : R \geq R_{\text{кp}} ; R \geq \sigma R \geq 2,0; k / \sigma k \geq 2,0,$$

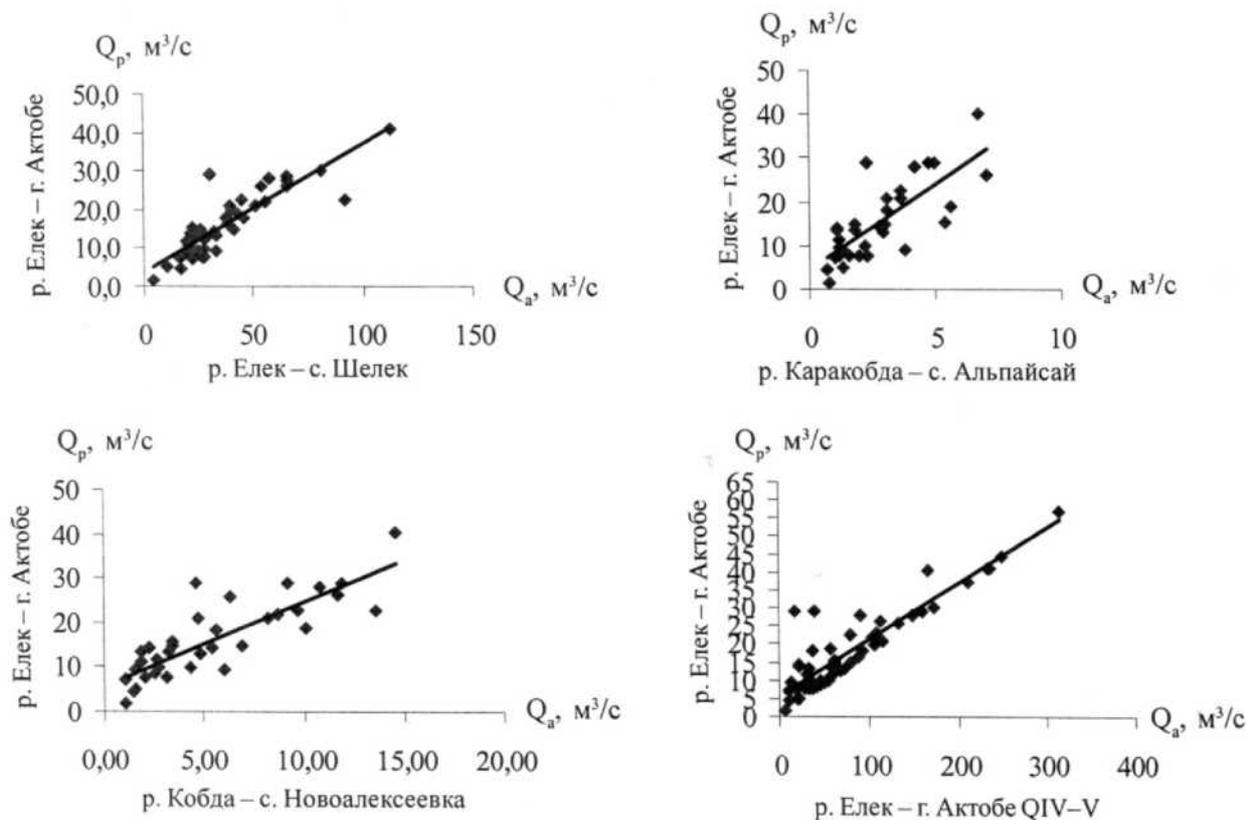
где  $n$  – число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и пунктах-аналогах ( $n \geq 6$  при одном аналоге,  $n \geq 10$  при двух и более аналогах);  $R$  – коэффициент парной или множественной корреляции между значениями стока в пунктах-аналогах,  $k$  – коэффициент уравнения регрессии;  $\geq k$  – средняя квадратическая погрешность коэффициента регрессии;  $R_{\text{кp}}$  – критическое значение коэффициента парной или множественной корреляции (обычно задается  $R \geq 0,70$ ; в слабо изученном

в гидрологическом районе его значение может быть уменьшено, для данного района принято  $R_{кр} \geq 0,60$ ).

По р. Елек данные наблюдений о годовом стоке у г. Актобе имеются не за все годы, хотя гидропост является постоянно действующим. Сток за 1943, 1945, 1998 и 2004 гг. восстановлен по зависимости годового стока от стока за апрель-май ( $R=0,91$ ), а за 2000, 2003 гг. - по реке- аналогу Елек - с.Шелек ( $R=0,88$ ), за 2001 г. - по р. Каракобда - с. Альпайсай ( $R=0,77$ ), за 2002 г. - по р. Кобда - с. Новоалексеевка ( $R=0,84$ ) (см. рис.). Сток реки у с. Шелек определен также поэтапно с учетом тесноты зависимости и наличия соответствующих данных наблюдений для восстановления стока по аналогам р. Елек - г. Актобе ( $R=0,88$ ) и р. Каракобда - с. Альпайсай ( $R=0,75$ ). Более сложным оказалось восстановление стока р. Елек у верхнего поста рзд. №47. В первую очередь в качестве реки-аналога для этого пункта была рассмотрена р. Елек - г. Актобе. При этом обнаружена неустойчивость корреляционной зависимости между среднегодовыми расходами воды в этих пунктах. При включении в расчетную зависимость данных 14 первых совместных лет

наблюдений коэффициент парной корреляции  $\hat{r}=0,89$ , при включении 23 начальных совместных лет наблюдений по 1979 г. он уменьшился до  $\hat{r}=0,79$ , при  $n=26$  коэффициент корреляции оказался  $\hat{r}=0,68$ , при учете данных наблюдений за все годы наблюдений ( $n=29$ )  $\hat{r}=0,61$ . Снижение тесноты связи между значениями стока двух пунктов после 1979 г. объясняется, по- видимому, влиянием антропогенных факторов в обоих пунктах. Для восстановления стока у рзд. №47 за 1940-1954 и 1956-1957 гг. считаем целесообразным использовать уравнение регрессии, полученное с использованием данных по 1979 г., а для расчета стока после 1979 г. применять уравнение регрессии, полученное для всего совместного периода наблюдений при  $\hat{r}=0,61$ . Принятие критического значения коэффициента корреляции  $K_{кр} < 0,70$  для слабо изученного района допустимо положением российского СП-33-101-2003 [2]. Отметим, что попытка использовать в качестве реки-аналога р. Кобда - с. Новоалексеевское не дала положительных результатов ( $K=0,37$ ).

Сток притоков р. Елек - Каргала, Караганда, Карабутак, Косистек, Терсаккан восстановлен по данным аналога р. Елек - г. Актобе. При этом за



Графики связи между среднегодовыми величинами расходов воды в расчетном пункте <2 и пункте-аналоге <2а

отдельные годы использованы восстановленные величины стока р. Елек. Для первых трех рек коэффициент корреляции между значениями стока исследуемой реки и значениями стока р. Елек изменяется от 0,78 до 0,92. Для пунктов р. Ор - с. Енбек и с. Бугетсай величина  $K$  соответственно равна 0,68 и 0,79. Сток ручья Теребутак и р. Караганды вычислен приближенно при сниженной величине критического значения  $\hat{=}$ 0,62-0,63. При этом остальные статистические критерии отвечают основному требованию [2, 3]. Сток р. Актасты восстановлен по двум аналогам р. Елек - г. Актобе ( $K = 0,77$ ) и р. Каракобда - с. Альпайсай ( $K=0,72$ ), по данным р. Каракобда величины стока вычислены за 2000-2004 гг.

Главными притоками р. Елек являются реки Кобда, Каракобда и Сарыкобда. Сток р. Кобда тесно связан со стоком р. Елек - г. Актобе и р. Каракобда - с. Альпайсай. Расходы воды за 1940-1961 гг. восстановлены по аналогу р. Елек - г. Актобе ( $K=0,84$ ), за 1965, 1988-1999, 2004 гг. - по р. Каракобда ( $K=0,89$ ). Сток р. Каракобда за 1940-1962 гг. вычислен по аналогу р. Елек - г. Актобе ( $K=0,77$ ), за 1976, 1980, 1983, 1985 гг. - по р. Кобда - с. Новоалексеевское.

Сложным был расчет стока р. Сарыкобда за 1940-1960 гг. Связь стока этой реки со стоком опорных пунктов р. Жайык - с. Кушум и р. Елек - г. Актобе оказалась недостаточно тесной. Коэффициенты парной корреляции соответственно получились равными 0,50 и 0,61. Использование метода множественной корреляции также не дало ощутимого эффекта. Поэтому сток этой реки за указанные периоды определен приближенно при  $K = 0,61$  по данным р. Елек - г. Актобе. Годовой сток за 1964, 1966, 1972, 1994-2004 гг. восстановлен достаточно надежно по аналогу - р. Каракобда ( $K=0,81$ ).

В табл. приведены результаты расчета нормы годового стока в трех вариантах: за период наблюдений, за многолетний период (1940-2004 гг.) и за последний тридцатилетний период (1974-2004 гг.). Для первых двух вариантов в знаменателе приведены данные, полученные из «Ресурсов поверхностных вод СССР» [4]. Сравнение среднего стока, полученного по данным наблюдений, носит несколько иллюстративный характер. Расхождение значения стока может быть вызвано различием в числе лет наблюдений. Например, средний сток по р. Кобда - с. Ново-алексеевка и р. Каракобда - пос.

Альпайсай оказался в 2-3 раза больше, чем данные, приведенные в [4]. По первой реке средний сток определен по данным одного года, по второй - за четыре года. Однако нетрудно заметить тенденцию уменьшения среднего стока на реках Елек, Каргала, Ор, Косистек.

Более показательным является сопоставление среднего стока за многолетний период, т.е. данные второго варианта расчета. Из табл. можно заметить как уменьшение, так и некоторое увеличение среднего стока за 1940-2004 гг. На притоках рек Караганда и Косистек наблюдается повышение нормы стока на 24 и 35 % соответственно. Аналогичное изменение стока произошло на р. Елек - рзд. №47. Увеличение среднего стока р. Каракобда более чем в 2 раза объясняется приближенностью метода приведения данных за один год наблюдений к многолетнему периоду. На самой р. Елек и на ее крупных притоках Каргала, Ор, Кобда уменьшение стока составляет 10-15 %. Если изменение среднего стока р. Елек у с. Шелек рассматривать как интегральную характеристику всего бассейна, то можно считать, что снижение стока р. Елек по сравнению с данными, вычисленными в 1965 г. прошлого века, составляет в среднем 15 %.

Сравнение среднего стока многолетнего периода с данными тридцатилетнего периода показывает уменьшение стока последнего периода, включая данные по рекам Косистек и Караганды. Только на р. Елек - рзд. №47 заметно увеличение стока.

Уменьшение стока на реках с расходами воды больше  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  имеет место на р. Улькен Кобда - пос. Кугала - 65 %, а также на р. Елек у с. Шелек - 7,0 %. Наибольшее снижение стока наблюдается на реках Кобда - с. Новоалексеевское, Каракобда и Сарыкобда. Снижение стока на этих реках соответственно равно 22,9; 30,9 и 19,1 %. Стоки рек Кобда и Каракобда слабо искажены хозяйственной деятельностью. Снижение стока этого региона, возможно, связано с климатическими факторами. Общее уменьшение стока рек бассейна р. Елек в среднем составляет 13,8 %.

Таким образом, сток р. Елек существенно уточнен с учетом данных последних лет. При этом выявлены тенденция уменьшения среднего многолетнего стока по сравнению с ранее полученными данными, а также снижение среднего стока последнего тридцатилетнего периода

Характеристики нормы годового стока рек бассейна р. Елек

Река - пункт	Площадь водосбора Б, км <sup>2</sup>	Период наблюдений за годовым стоком	Среднее за период наблюдений			Среднее за многолетний период 1940-2004 гг.			Среднее за период 1974-2004 гг.		
			<2, М <sup>3</sup> /с	М <sup>3</sup> /с	κ, мм	2, М <sup>3</sup> /с	М <sup>3</sup> /с	κ, мм	2, М <sup>3</sup> /с	М <sup>3</sup> /с	κ, мм
			л/с.км <sup>2</sup>	л/с.км <sup>2</sup>	мм	л/с.км <sup>2</sup>	л/с.км <sup>2</sup>	мм	л/с.км <sup>2</sup>	л/с.км <sup>2</sup>	мм
Ор - с. Енбекши	1620 60	1968-1969, 1971-1979, 1981-1990, 1995	0,94	0,58	18	1,12	0,69	2,2	1,02 8,91	0,62	32
Ор - с. Бугетсай	7480 7420	1958-1977, 1979-1997, 2002-2003	5,17 6,15	0,69 0,82	22 26	5,88 6,73	0,79 0,90	25 28	5,0	0,67	21
Елек - ж/д рзд. №47	1090	1955, 1958-1979, 1992-1994, 1997-1999	1,48 1,19	1,36 1,09	43 34	1,92 1,42	1,76 1,30	56 41,0	2,33	2,13	67
Елек - г. Актобе	11 000	1940-1942, 1944, 1946-1997, 1999	17,8 21,1	1,62 1,92	51 60	17,5 20,9	1,59 1,90	50 60	15,5	1,40	44
Елек - с. Чилик	37 300	1949-1954, 1956-1992, 1995-1997, 2000, 2003-2004	36,6 40,4	0,98 1,08	31 34	40,1 48,5	1,08 1,30	34,0 41,0	37,3	1,0	32
Караганда - пос. Кандагач	222	1955, 1958-1962, 1965-1981, 1987-1989	0,28 0,24	1,26 1,08	40 34	0,36 0,29	1,62 1,30	51,1 41,0	0,32	1,44	45
Каргала - с. Каркаралинское (Питомник)	5000	1957-1997, 2000-2001, 2003-2004	10,2 12,2	2,04 2,44	64 77	11,2 13,0	2,24 2,60	71 82	9,60	1,92	61
Косистек - с. Кос-Истек	281	1957-1961, 1963-1997, 1999-2003	0,92 0,82	3,27 2,92	103 92	1,14 0,84	4,05 3,0	128 94	1,02	3,62	114
Актасты - пос. Белогорский	45	1948, 1952-1996, 1998	0,20 0,20	4,44 4,44	140 140	0,22 0,21	4,90 4,70	154 147	0,22	4,90	154
Руч. Терсбутах - с. Белогорское	19,8	1950, 1952, 1955, 1958-1989	0,08 0,096	4,04 4,85	127 153	0,10 0,10	5,05 5,05	167 167	0,09	4,54	143
Кобда (У. Кобда) - с. Новоалексеевка	8110 8090	1962-1964, 1966-1997, 2000-2003	5,43 2,87	0,67 0,35	21 11	6,99 8,11	0,86 1,0	27 32	5,39	0,66	21
У. Кобда - пос. Кугала	14200	1983-1984, 1986-1991	6,96	0,49	15	9,20	0,64	20	8,60	0,60	19
Каракобда - пос. Альпайсай	2240	1963-1975, 1977-1979, 1981-1982, 1984, 1986-2004	2,78 0,96	3,10 1,07	98 34	1,24 1,17	1,45 1,30	114 41	2,84	1,41	100
Сарыкобда - пос. Бессарабский	675	1961-1963, 1965, 1967-1971, 1973-1993, 1995	0,53 0,33	0,78 0,49	25 15	0,68 0,61	1,01 0,90	32 28	0,55	0,81	25
Терсаккан - пос. Астарханский	446	1958-1995	0,43 0,45	0,96 1,01	30 32	0,48 0,49	1,07 1,10	34 35	0,42	0,94	29

Примечание. В знаменателе приведены данные, полученные в [4].

по сравнению с многолетним. Результаты расчета согласуются с выводами, полученными для других районов РК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Давлетгалеев С.К. Статистический анализ рядов годового стока рек Урало-Эмбинского района // Гидрометеорология и экология. 2007.

2. Определение основных расчетных гидрологических характеристик СП-33-101-2003. М.: Госстрой России, 2004. 71 с.

3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 448 с.

4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 3. Актюбинская область. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 514 с.

УДК 556.048; 556.166; 556.536

Р. И. ГАЛЬПЕРИН, А. АВЕЗОВА

## К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

*Қалыптасу жағдайлары статистикалық қатардың басқа бөліктерінен өзгеше — экстремалды гидрологиялық сипаттамаларды бағалаудың түбегейлі негіздері қарастырылған. Көбінесе, толық үлестірімді дәйекті сипаттайтын теориялық қисықты таңдау мүмкін емес. Жасалған әдебиеттік шолу, қатарларды статистикалық өңдеудің қалыпты әдістерінен бірішама ауытқуға болатындығына дәлел. Кесілген үлестірім нұсқасы алынған.*

*Рассмотрены принципиальные основы оценки экстремальных гидрологических характеристик, чье формирование происходит в особых условиях, отличных от тех, которые определяют остальную часть статистического ряда. Часто невозможно подобрать теоретическую кривую, адекватно описывающую полное распределение. Литературный обзор подтверждает необходимость отхода от стандартных методов статистической обработки рядов. Предложен вариант усеченного распределения.*

*The fundamental bases of an estimation of the extreme hydrological data, those forming takes place in the special conditions, that are different from ones, that define the rest part of a statistic series, is considered often it is impossible to choose the theoretical curve, that fit the total distribution adequately. The made literary review confirms the necessity of deviation from the standard methods of statistical treatment of series. The variant of limited distribution is offered.*

Общезвестно, что наводнения - самое убыточное явление природы. Разные источники дают неодинаковую статистику, но при любом подсчете этот тезис подтверждается. По [1], 57 % пострадавших от стихийных бедствий в мире за десятилетие (1993-2002 гг.) приходится на наводнения. В США от наводнений ежегодно гибнут в среднем 140 человек, а материальный ущерб оценивается в 5 млрд долларов. В России ежегодно затопляется около 50 тыс. км<sup>2</sup> территории, на которой находятся десятки тысяч населенных пунктов, включая 300 городов [2]. Ежегодный материальный ущерб от наводнений составляет здесь 41,6 млрд руб. (в ценах 2001 г.), а вкуче с неучтенным и косвенным ущербами - 64,9 млрд. За тридцатилетие (1962-1992 гг.) в России от природных катастроф погибло 3 тыс.

человек, пострадало 540 тыс., и 30 % этой статистики связано с наводнениями [1].

Казахстан не страдает, к примеру, от цунами, но и здесь по данным П. А. Плеханова [3], повторяемость чрезвычайных ситуаций (ЧС), вызванных половодьями и дождевыми паводками, составляет около 30 % всех ЧС. Это более чем вдвое превосходит повторяемость ЧС от опасных метеорологических явлений и эпидемий и в 3,5-40 раз превосходит повторяемость ЧС от любого из других источников природного и техногенного характера. Число пострадавших людей от данного источника опасности составляет более 50 % от суммарных по республике показателей по всем источникам ЧС. Сходная статистика - по прямому материальному ущербу.

Заметим, что сейчас наводнения относят уже не к чисто природным явлениям, а к природно-технологическим. К примеру, разрушение плотин приводит к возникновению так называемой «волны прорыва» - еще более мощной и опасной, чем естественная паводочная волна. Таким образом, при проектировании гидротехнических сооружений, противопаводочных мероприятий исключительно важно правильно количественно оценить параметры этого грозного явления.

В [4] приводятся такие данные: в 1946-1955 гг. из 2000 крупных плотин в мире 12 были разрушены, в следующее 10-летие разрушено 24 из 2500 крупных плотин. Анализ 300 аварий показал, что 30 % из них произошло в результате превышения прошедшего по реке максимального расхода воды в сравнении с расчетным.

Любое сооружение рассчитывается на определенный срок эксплуатации, на пропуск наибольшего возможного за период паводка, т. е. вполне определенной повторяемости. И упомянутое превышение может произойти в двух случаях: либо при прохождении исключительно высокого паводка (волны половодья) - более редкой повторяемости в сравнении с расчетной, либо при неадекватной оценке этого возможного паводка. При наличии рядов наблюдений последнее означает неверную оценку повторяемости наблюдаемых величин, ненадежную их экстраполяцию.

Чтобы снизить элемент субъективизма при экстраполяции кривых обеспеченности рассматриваемой характеристики используют теоретические кривые. Что они собой представляют? В принципе эта практика исходит из *предположения*, что многолетние изменения рассматриваемой величины соответствуют определенному статистическому закону распределения вероятностей. Закон устанавливает связь между значениями исследуемой характеристики (в данном случае максимального расхода воды  $\hat{Q}_{\text{тах}}$ ) и ее повторяемости. Но один из активных инициаторов введения статистических методов в практику гидрологических расчетов - Д. Л. Соколовский [5, с. 80] писал: «...все математические схемы распределения являются в значительной степени формальными и представляют собой, по существу, лишь *технический прием* экстраполяции эмпирических кривых обеспеченности, т.е. являются *математическим лекалом*, применимым лишь постольку, поскольку они согласуются с опытными

данными». М. Дж. Кендалл и А. Стюарт [6], к примеру, писали об использовании таких кривых в целях их «подгонки» к эмпирическим данным.

Итак, слово «закон» условно, это всего лишь технический инструмент («лекало») для описания статистического распределения, для лучшей «подгонки» к эмпирическим данным.

Однако нередко при обработке рядов максимальных расходов воды верхние точки, соответствующие самым высоким расходам, отклоняются вверх от теоретических кривых обеспеченности. И далеко не всегда увеличение коэффициента асимметрии (подбор  $C_8$ ) исправляет положение, а зачастую полученная в результате таких действий кривая отклоняется уже от основной массы точек.

Итак, в данном случае эмпирическая обеспеченность верхних точек существенно отклоняется от теоретической (по данному закону распределения). Причин, как указывалось, может быть две: либо в относительно короткий ряд включен выдающийся, очень редкий по величине, расход воды, либо «порок статистического метода (лекала)».

Сложившаяся десятилетиями практика гидрологических расчетов настоятельно рекомендовала больше верить теоретической кривой, т. е. «лекалу». Так, в книге В. В. Лебедева [7], которая до недавних лет была настольной у гидрологов-проектировщиков, проводилась такая мысль: варьирование  $C_8$  для направления кривой на отклоняющиеся точки дает «искаженную повторяемость наблюдаемого катастрофического максимума». «Установленный таким путем расчетный максимальный расход часто значительно превышает максимум, который может возникнуть при самых неблагоприятных сочетаниях климатических и других условий». Отметим, что речь идет именно о точках, отклоняющихся вверх от кривых, что чаще всего и бывает. И чтобы *избежать такого завышения*, давались рекомендации ориентировать кривую обеспеченности «на очертание ее в остальной части»..., «являющейся как бы базой для направления кривой в верхней части». В таком случае обеспеченность выдающегося расхода снималась с такой кривой и была намного меньше эмпирической. Таким образом, фактически самый высокий (или самые высокие) расход как бы «пригибался» («пригибались») и не учитывался при построении кривой обеспеченности. В итоге игнорировалась

самая ценная информация о высоких паводках, выдающиеся максимумы не учитывались для оценки расчетных величин, а как бы «объяснялись» с позиций «спокойной» части ряда.

Характерным примером такого стремления «пригнать» зафиксированные выдающиеся максимумы может служить работа [8]. Автором критиковался сам принцип, положенный в основу использования теоретических кривых: предельный максимальный сток должен обязательно расти с увеличением расчетного периода, тогда как якобы существует численный и энергетический предел характеристик максимального стока. При этом наблюдаемые высокие значения максимального стока на реках ЕТС объявлялись самыми высокими за последние 2,5-3,5 столетия и даже вообще в последнюю треть голоцена. Утверждалось, что возможно предельное значение, выше которого максимальный расход воды на данной реке не может сформироваться. При физическом обосновании такого предела в работе использовано весьма сомнительное сочетание: наибольшие запасы воды в снежном покрове, близкая к минимальной (?) толщина ледяной корки и среднее значение осадков за период снеготаяния.

Нет нужды говорить, что ни один проектировщик, отвечающий за свои расчеты, за сохранность проектируемого сооружения, не согласится в своей деятельности руководствоваться такими принципами. Кроме того, прошедшие за последние 10-летия высокие паводки нередко соизмеримы с теми, которые объявлены высшими за столетия и даже тысячелетия.

В [9] приводился пример из практики Каздор-проекта в отношении проектирования мостовых переходов через р.Келес на юге Казахстана. До 1957 г. 17-летний ряд включал максимальные расходы воды от 8 до 43 м<sup>3</sup>/с. Но в 1958 г. зафиксирован расход 181 м<sup>3</sup>/с. Если исходить из изложенных воззрений, то это был выдающийся расход воды. Он, очевидно, не вписывался в ранее построенную кривую обеспеченности, поскольку его фактическая обеспеченность значительно меньше эмпирической, получаемой по известному выражению  $P = 100 \tau / (\tau - 1)$ . Тем не менее, если до 1957 г. отверстия мостов на реке в данном районе рассчитывались на пропуск 100 м<sup>3</sup>/с, то с 1958 г. - на 200 м<sup>3</sup>/с. Но прошедший в 1967 г. максимум был оценен уже в 1000 м<sup>3</sup>/с. Таким образом, рассуждения о «слишком» высоких паводках именно за период наблюдений просто-напросто опасны, хотя, конечно, чисто умозри-

тельно можно представить и такую ситуацию. Но более логично все-таки принять «всерьез» выдающиеся максимумы и соответствующие «отскакивающие» точки на графике.

Но может быть отклонение «верхних точек» от подобранного для основной массы точек закона распределения - отнюдь не исключительный случай, а закономерность? Е. Г. Блохинов [10] обращает внимание на то, что верхняя часть таких кривых обычно хуже освещена фактическими точками (наблюдениями). Между прочим, это следует уже из факта положительной асимметричности гидрологических рядов.

Есть и другая причина отклонений верхних точек от подобранной кривой обеспеченности максимальных расходов воды, и в последние годы это обстоятельство неоднократно озвучивалось в научной литературе. Например, в [11] приводится (как бесспорное) следующее соображение: «Представляется очевидным, что повышение водности каждой реки - результат преобладающего действия одних групп факторов, а понижение - других». И еще Е. Г. Блохинов писал о «суущественно различных факторах, определяющих формирование высокого и низкого стока». В итоге, по его мнению, «принимая в расчет в равной степени характеристики низких паводков и половодий, мы ухудшаем соответствие теоретической кривой эмпирическим данным в зоне малой вероятности превышения» [10, с. 115].

Действительно, к примеру, в равнинном Казахстане в разные по водности годы существенно неодинакова действующая площадь водосбора. Так называемые бессточные области, многочисленные замкнутые понижения рельефа, в многоводные годы переполняются и дают сток в основное русло. Так, Д. Д. Квасов и И. Я. Левин [12] обращали внимание на то, что в Казахстане (в их примере - на р. Б.Узень) в одни годы сток формируется почти исключительно в овражнобалочной сети, в другие - и на водосборе.

Есть мнения, что очень высокое половодье, наводнение - отнюдь не то явление, которое может состояться лишь раз в течение нескольких сотен лет. По [13], «...катастрофические наводнения, происходящие на нашей планете, не являются из ряда вон выходящими событиями, а имеют достаточно большую вероятность, и с этой вероятностью необходимо считаться».

Далее относительно применяемой расчетной методики: «Если использовать для стандартной обработки временных гидрологических рядов распределение из семейства экспоненциальных, как это рекомендуют Строительные нормы и правила (СНиП 2-01.14-83), очевидно, катастрофические наводнения будут для нас всегда неожиданными» [14]. И затем: «Наводнения исключительной силы последних лет убедительно показали, что рассчитывать защитные дамбы, плотины и другие гидротехнические сооружения необходимо на основании *иных вероятностных закономерностей*». В частности, этими авторами предлагается степенной закон распределения. Повторяемость катастрофических наводнений в итоге получается значительно выше, чем при обработке ряда по гамма-распределению. Так, по расчетам авторов упомянутой работы катастрофическое наводнение в Санкт-Петербурге 1824 г. может происходить раз в 667 лет, а по гамма-распределению - один раз в 20 000 лет. Наводнение 1931 г. у г. Витебска по степенному распределению может повторяться раз в 88 лет, а по гамма-распределению - раз в 526 лет; при этом известно, что в 1951 г. катастрофическое наводнение здесь повторилось [14].

Обратим внимание на то, что вследствие разных условий формирования высоких и низких паводков ряды максимальных расходов воды часто бывают неоднородны, т. е. две части ранжированного ряда подчиняются разным законам распределения. В этих случаях вообще сомнительна возможность успешного подбора единой кривой обеспеченности для всего такого ряда - независимо от того, какой закон распределения принять - логарифмически-нормальный или степенной.

Еще в большей степени это относится к рядам максимальных уровней воды  $H_{\text{тах}}$ . Д. Л. Соколовский [5], исходя из представления об отрицательной асимметричности рядов максимальных уровней воды, рекомендовал для них использовать эмпирические кривые обеспеченности, поскольку в таких случаях чисто механическая экстраполяция этих кривых не вызывает затруднений и вероятная ошибка экстраполяции невелика. Однако дальнейшие исследования показали, что ряды максимальных уровней могут характеризоваться и существенно положительной асимметричностью [15, 16]. Так, в равнинном Казахстане коэффициент асимметрии  $H_{\text{тах}}$  достигает 2-2,4. Следовательно, и для этой характеристики целесообразно использовать теоретические кривые.

В то же время на распределение  $H_{\text{тах}}$ , помимо формирующих их максимальных расходов воды, влияют и другие факторы и, в частности, морфология долины, что подробнее рассмотрено в [16]. Так, если в одни годы максимальные уровни воды «умещаются» в русле реки, а в другие вода растекается по широкой пойме, то неизбежны сугубо различные законы распределения в разных частях ранжированного ряда  $H_{\text{тах}}$ . Поэтому в [16], несмотря на все усилия описать распределение максимальных уровней воды на равнинных реках Казахстана едиными для рядов теоретическими кривыми, более чем в 20 % случаев пришлось довольствоваться эмпирическими кривыми. А в некоторых других случаях стремление описать распределение  $H_{\text{тах}}$  непременно одной кривой, возможно, сказалось на точности оценки самых высоких максимумов и их теоретической повторяемости.

Но есть и другой путь «подгонки» теоретических кривых к эмпирическим данным. Ведь практически в гидрологических расчетах нас обычно интересует лишь определенная часть амплитуды рассматриваемой характеристики. Для годового стока это обычно случаи низкой водности рек, например 75; 90 и 95 % обеспеченности. Для максимальных уровней и расходов воды - это самые высокие возможные значения той или иной обеспеченности - 10; 5; 2 и 1 % или даже еще более редкие половодья. Поэтому вполне достаточно добиться соответствия эмпирических точек теоретической кривой лишь для части распределения. Это метод усеченного распределения. К сожалению, практические приемы его применения пока разработаны недостаточно.

О возможности использования метода писал и Д. Л. Соколовский [5]. Наибольшее внимание усеченному распределению в отечественной (СССР) гидрологической практике уделял Е. Г. Блохинов [10]. Исходя из объекта исследований (максимальные расходы воды) он рассматривал «не полностью усеченное распределение (сепзогей Й18{пБийоп})», то есть такой вариант, когда известны не только точка усечения  $\wedge$ , но и число элементов выборки, имеющих значения  $X < \wedge$ . Автором рассмотрено четыре варианта: нормальное и гамма-распределение с оценкой параметров в каждом случае методами моментов и наибольшего

правдоподобия. За точку усечения принято медианное значение максимального расхода воды. Далее, используя формулы законов распределения, автор находит зависимости между нормой и характеристикой изменчивости рассматриваемой величины, определенными только по верхней половине ранжированного ряда, и полного распределения. Итак, оба параметра рассчитываются по верхней половине ряда, а затем осуществляется переход к тем же параметрам для полного распределения. Сравнивая (теоретически) погрешности обоих методов, автор приходит к выводу, что использование усеченного гамма-распределения «по существу не ведет к уменьшению точности установленных расчетных величин максимальных расходов воды» [10, с. 132].

По данной методике отметим следующее:

1) точка усечения фиксирована, это медианное значение элемента;

2) рассмотрены два распределения: нормальное, практически не употребляемое для стоковых величин, и гамма-распределение с фиксированным соотношением  $C_3=2C_y$ , что также очень неудобно, особенно для максимальных расходов воды;

3) хотя речь идет о варианте усеченного распределения, конечной целью производимых статистических действий является получение кривой, адекватно описывающей *полное распределение*.

Заметим также, что сложные теоретические выкладки и авторские выводы почти не подтверждаются практическими сравнениями, доказывающими целесообразность применения методики. Единственный пример - два варианта кривой обеспеченности максимальных расходов воды р. Белая - г. Уфа (с. 134) - явно неудачен (что и подмечено редактором - С. Н. Крицким). Здесь лучшего соответствия теоретической кривой для полного распределения можно было бы добиться простым увеличением  $C_8$ , не прибегая к приему усечения.

Возможность использования усеченных распределений была предусмотрена и советским СНиПом [17] для неоднородного ряда, хотя никаких рекомендаций по его применению там не содержится. В новом российском «Своде правил по проектированию и строительству» [18] использование усеченных распределений рекомендовано применять для неоднородных рядов максимального стока, причем полностью в варианте Е. Г. Блохинова. Даже неудачный пример-график этого автора приводится и в данном документе.

Здесь точка усечения рекомендуется по медианной ординате, по расчетам по усеченному ряду затем оцениваются параметры для всего распределения.  $C_8$  должен определяться по фактическому ряду методом наибольшего правдоподобия. Напомним, что третий статистический момент натурального ряда определяется с большой погрешностью, и в гидрологической практике, особенно для максимальных расходов воды,  $C_8$  обычно оценивается методом подбора.

В связи с изложенным отметим следующее.

Во-первых, относительно причин неоднородности в гидрологических рядах. Она может быть вызвана изменением условий формирования стока (или его максимумов) на водосборе (преобразование поверхности водосбора) или гидротехническими сооружениями, т. е. в какой-то момент (или постепенно) меняется сама статистика рассматриваемой характеристики. В этом случае подобранный для всего ряда закон распределения отражает лишь прошлую ситуацию, искажает сегодняшнюю и неприемлем для оценки будущей. Как говорится, «что было, то прошло», и для проектирования, а тем более в прогностических целях такая кривая обеспеченности ничего не дает, необходимо ограничиться лишь частью натурального ряда, отражающей сегодняшние реалии. Другая возможная причина неоднородности в ряду - упомянутые принципиальные различия факторов, формирующих высокие и низкие величины стока. Именно здесь целесообразно использование усеченного распределения.

Во-вторых, назначение точки усечения по медианной ординате - не слишком удобное ограничение. При некоторой форме эмпирической кривой целесообразно назначение иной ординаты. Конкретный пример приводится ниже.

В-третьих, в случае, когда верхняя и нижняя части ранжированного ряда подчиняются разным законам распределения, обычно применяемые в гидрологии кривые просто не в состоянии адекватно описать всю совокупность (выборку). Стремление подобрать такую кривую, что предусмотрено и в схеме Е. Г. Блохинова и при применении степенных кривых [2, 13, 14], может привести к искажению расчетных значений исследуемой характеристики. Кроме того, в построении такой кривой просто нет необходимости. Ведь вряд ли когда-нибудь потребуется использовать максимальные расходы воды обеспеченностью 75; 90; 95% и т.д. Верно, не так уж часты

и случаи, когда требуется знать годовой (а тем более минимальный) сток обеспеченностью, к примеру, 10; 5; 1% и т.д., т.е. в большинстве случаев достаточно осуществить «подгонку» (под эмпирические данные) только для части ряда.

В качестве конкретного примера рассмотрен ряд максимальных расходов воды р. Уил - аул Алты-Карасу. Ряд  $d_{max}$  реконструирован: отдельные

пропуски восстановлены по связи с максимальными уровнями воды по тому же посту, а данные за 1999-2005 гг. восстановлены по связи с постом р. Уил - с. Уил, коэффициент корреляции 0,85. Интегральная кривая 60-летнего ряда  $d_{max}$  за 1946-2005 гг. (рис. 1) дает все основания считать ряд неоднородным с первой половины 70-х годов.

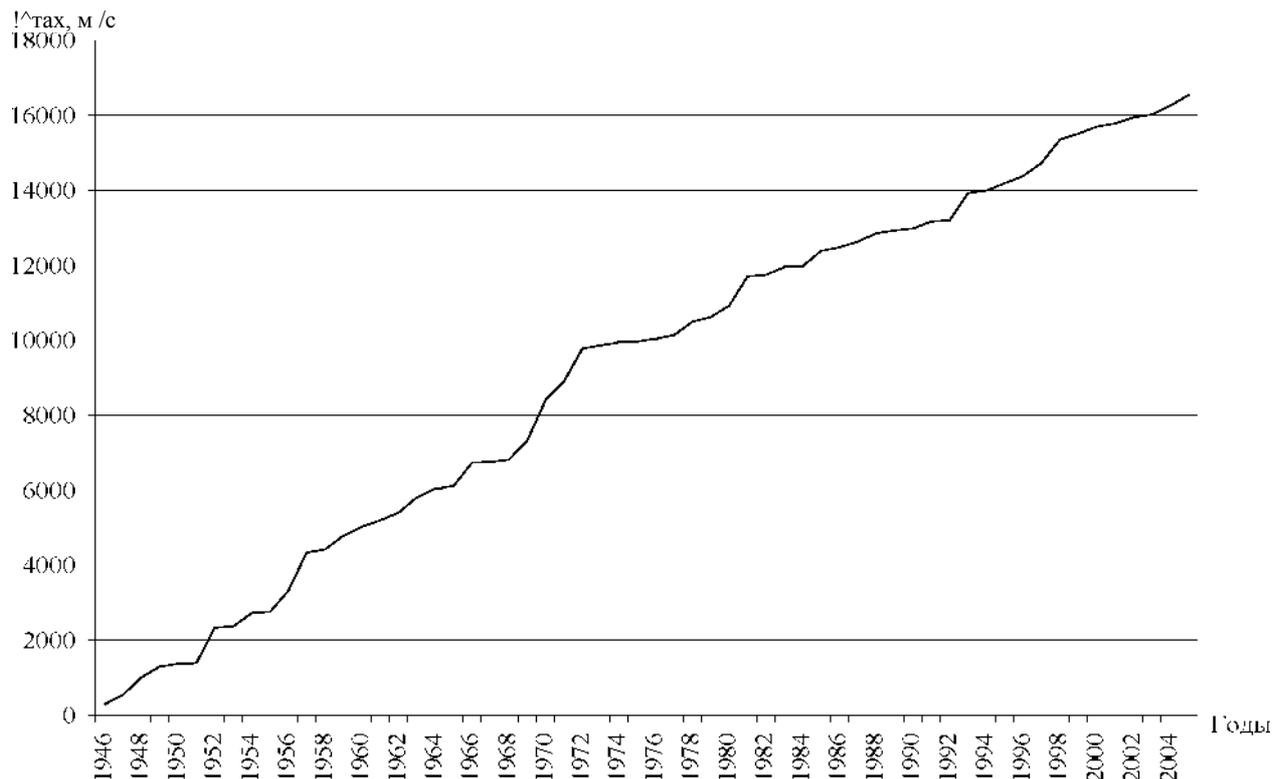


Рис. 1. Интегральная кривая максимальных расходов воды р. Уил - с. Алты-Карасу. р за 1946-1973 и 1974-2005 гг.: среднее  $\hat{d}$  352 и 209 м³/с, среднее квадратическое отклонение 318 и 194 м³/с

Статистика Фишера  $F=2,687$ , что соответствует вероятности неоднородности ряда на уровне 2 %. Статистика Стьюдента  $t=2,095$ , заключение о неоднородности ряда может быть сделано на уровне значимости 8-9 %.

На рис. 2 представлено поле точек для построения кривой обеспеченности за 1974-2005 гг. Просматриваются два перелома эмпирической кривой: на ординатах 30-35 и 60 %. Для лучшего освещения верхней части распределения, видимо, лучше за точку усечения принять не медианную ординату, а ординату 30-35 %.

Заметим, что прием усечения распределения по медианной ординате неприемлем для максимальных уровней воды, когда точка усечения в значительной

степени зависит от особенностей морфологии речной долины.

Теперь относительно приемов использования усеченных распределений. Соответствующая методика пока достаточно не разработана. Видимо, возможно применение различных приемов.

Нами предлагается (и проверено на практике) использование графоаналитического метода Г. А. Алексеева применительно лишь к части ряда. Кстати, о такой возможности писал и сам автор метода [19].

Предлагается [9, 20] следующая схема: среднее квадратическое отклонение усеченной части ряда определяется по двум опорным точкам, снятым с эмпирической кривой обеспе-

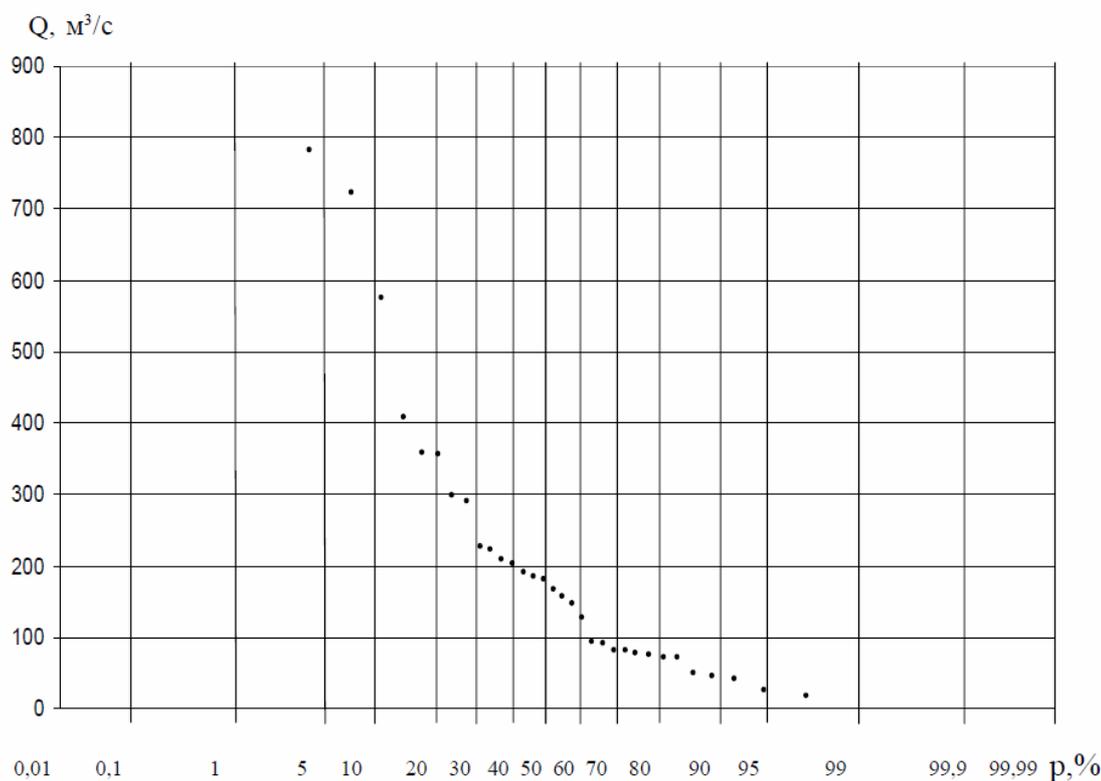


Рис. 2. Обеспеченность максимальных расходов воды р. Уил - аул Алты-Карасу за 1974-2005 гг.

ченности; такими точками для ряда максимальных расходов воды могли бы быть, например, ординаты обеспеченностью 5 и 40 %;

коэффициент асимметрии назначается путем подбора: первый вариант - визуально, а затем в случае, если он был неудачен, варьированием его значений, пока не будет подобран оптимальный вариант (заметим, что в гидрологической практике подбор  $C_3$  - обычный прием);

обеспеченные значения исследуемой величины рассчитываются с использованием одной из опорных ординат.

Расчетные формулы:

$$a = (0,1 - d_{p2}) / [\Phi(P, C) - \Phi(P, C_3)] \quad (1)$$

где  $a$  - среднее квадратическое отклонение;  $P_{p1}$  и  $P_{p2}$  - выбранные опорные ординаты, снятые с эмпирической кривой обеспеченности;  $\Phi(P_1, C_3)$  и  $\Phi(P_2, C_3)$  - нормированные ординаты кривой обеспеченности.

И далее рассчитываются любые ординаты обеспеченностью 1:

$$Q^* = P_2 + a [\Phi(P, C) - \Phi(P, C_3)] \quad (2)$$

Как указывалось, возможный вариант:  $P_1 = 5\%$ ,  $P_2 = 40\%$ .

Прием предлагается для случаев, когда нет необходимости экстраполяции кривой до значений обеспеченности 0,1 % или даже ниже. Но такая экстраполяция всегда сугубо приближенна, даже просто ненадежна.

В итоге, на наш взгляд, во-первых, достигается лучшее приближение к эмпирическим данным именно в интересующем нас диапазоне обеспеченностей («подгонка»); во-вторых, поскольку верхняя опорная точка фиксирована, налицо меньшая зависимость результатов от принятого значения  $C_3$  - параметра, который практически *всегда* определяется неточно.

При расчетах характеристик годового и минимального стока, видимо, в ряде случаев также целесообразно пользоваться усеченным распределением; но здесь нас обычно интересует уже нижняя часть ранжированного ряда. В качестве примера можно привести кривую обеспеченности среднего годового расхода воды р. Черный Иртыш - с. Буран [21]. Она построена по 97-летнему ряду (с учетом восстановленных лет), параметры:  $C_y=0,26$ ,  $C=2C_y$ . На первый взгляд кривая идеально соответствует данным длинного ряда наблюдений. Однако все четыре нижних

точки (самые низкие расходы воды) оказались ниже кривой. В итоге ее использование для обеспеченностей > 95 % приведет к *завышению* расчетных величин стока, что недопустимо. Напомним, что еще Д. Л. Соколовский [5] предостерегал о возможности искажения расчетных величин годового стока при пользовании теоретическими кривыми именно в области его высокой обеспеченности.

На наш взгляд, применение усеченных распределений в некоторой степени согласуется с идеей Л. К. Давыдова [22] о том, что в гидрологических расчетах целесообразно использовать не только створы-аналоги, но и годы-аналоги. Действительно, корреляционные связи стока по двум постам, построенные для различных частей ранжированного ряда, иногда оказываются намного теснее, чем для полных рядов. Идея Л. К. Давыдова о годах-аналогах использована, например, в [23].

Итак, стремление добиться соответствия теоретических кривых эмпирическим данным по всему распределению, как это рекомендуется, включая источники [2, 10, 13, 14], не всегда оправданно и целесообразно. В ряде случаев лучше ограничиться усеченным распределением только для интересующей нас части ряда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов А.В. и др. Опасные гидрологические явления: методы анализа и прогнозирования, смягчение негативных последствий // Всесоюзный гидрологический съезд: Тезисы докладов. СПб.: Гидрометеоздат, 2004. С. 21-26.
2. Найденов В.И., Кожевникова И.А. Закон катастрофических наводнений // Вестник РАН. 2005. Т. 75, №1. С. 46-50.
3. Плеханов П.А. Закономерности чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Казахстане // Гидрометеорология и экология. 2004. № 3. С. 120-133.
4. Разумов Г.А., Хасин М.Ф. Тонущие города. М.: Стройиздат, 1991. 260 с.
5. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 540 с.
6. Кендал М.Дж., Стюарт А. Теория распределений. М.: Наука, 1966. 587 с.
7. Лебедев В.В. Гидрология и гидрометрия в задачах. Л.: Гидрометеоздат, 1961. 700 с.
8. Георгиади А.Г. Географический подход к предвычислению максимального весеннего стока: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. М.: Институт географии АН СССР, 1981. 26 с.
9. Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрологических рядов // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». Алматы: КазНИИМОСК, 2001. С. 103-105.
10. Блохинов Е.Г. Распределение вероятностей величин речного стока. М.: Наука, 1974. 169 с.
11. Дружинин И.П., Смага В.Р., Шевнин А.Н. Динамика многолетних колебаний речного стока. М.: Наука, 1991. 176 с.
12. Квасов Д.Д., Левин И.Я. Применение в гидрологических расчетах составных кривых распределения // Тр. ГГИ. 1960. Вып. 73.
13. Найденов В.И., Кожевникова И.А. Математические модели эффекта Харста // Российская наука: дорога жизни. М.: Октопус, 2002. С. 44-58.
14. Найденов В.И., Кожевникова И.А. Почему так часто происходят наводнения? // Природа. 2003. № 9.
15. Вишневский Л.П. Максимальные уровни воды на Днестре и его притоках в пределах Украинской ССР // Тр. УкрНИГМИ. 1988. Вып. 231. С. 36-48.
16. Гальперин Р.И. Высокие уровни воды на реках равнинного Казахстана. Алматы: КазГУ, 1994. 171 с.
17. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 448 с.
18. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. М.: Госстрой России, 2004. 73 с.
19. Алексеев Г.А. Определение стандартных параметров логарифмически нормальной кривой распределения по трем опорным точкам // Тр. ГГИ. 1962. Вып. 99. С. 261-273.
20. Гальперин Р.И. Использование усеченных кривых распределения для расчета максимальных уровней воды в реках // Вестник КазНУ Сер. геогр. 1999. № 8-9. С. 109-111.
21. Дускаев К.К., Шенбергер И.В. Оценка возможных экологических последствий забора воды из реки Черный Иртыш по каналу Ч. Иртыш - Карамай на территории КНР // Вестник КазГУ Сер. геогр. 1999. № 8-9. С. 68-73.
22. Давыдов Л.К. Водоносность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Л.: Гидрометеоздат, 1947. 162 с.
23. Гальперин Р.И. Водные ресурсы бессточной впадины Шалкар-Тениз // Вестник КазГУ Сер. геогр. 1993. № 1. С. 65-71.

УДК 911.2

В. П. БОЧКАРЕВ, А. Н. ГИРКАНОВ

## ГЕОТЕКТОНОГЕНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

*Г. Н. Щербаның түсіндіруіндегі орташа мобилизм гипотезасының ұстанымдық тұжырымдарын есепке алатын жүйелік көзқараспен негізделген Оңтүстік-Шығыс Қазақстанмен құрылымдарының калыптасуы мен дамуы концепциясы баяндалған.*

*Изложена концепция зарождения и развития структур Юго-Восточного Казахстана, основанная на системном подходе, которая учитывает принципиальные положения гипотезы умеренного мобилизма в изложении Г. Н. Щербы. Предложенная концепция позволяет приемлемо объяснить основные региональные особенности строения земной коры Юго-Восточного Казахстана.*

*The paper presents a concept of origin and evolution of structures of South-East Kazakhstan. This concept is based on a system approach which takes into account basic aspects of the hypothesis of moderate mobilizm stated by G. N. Scherba. The given concept makes it possible to give an acceptable explanation of the main regional features of the Earth's crust structure of South-East Kazakhstan..*

Важнейшей проблемой современной сейсмологии Казахстана является установление (выяснение) природы сильных, катастрофических землетрясений и их научно обоснованный прогноз.

Общепризнанно, что землетрясения относятся к геологическим явлениям, причинами которых служит изменение геодинамической обстановки в процессе развития литосферы. На территории Юго-Восточного Казахстана (ЮВК) все сильные и разрушительные землетрясения прошлых лет зарождались в земной коре (ЗК).

Отсюда следует, что приоритетной задачей является установление структурно-тектонических особенностей и механизма протекающих процессов, служащих причинами землетрясений. При этом важную роль играет знание механизма заложения древнего структурно-тектонического плана, трансформации его в процессе геологического развития и связи с современными структурами.

К настоящему времени существует много схем палеотектонических реконструкций палеозойского ЮВК (Кассин Н. Г., 1947; Борукаев Р. А., Ляпичев Г. Ф., 1964; Борсук Б. И., 1963; Вознесенский В. Д., 1965; Беспалов В. Ф., 1971; Зайцев Ю. А., 1978; Кошкин В. Я., 1965-2006, и др.).

Несмотря на различия взглядов по поводу деталей геологической истории палеозойского ЮВК, отмечается сходство мнений о существовавшем

геоструктурном плане. В соответствии с ними в каледонское время основу геологической структуры региона составляли срединные массивы, располагавшиеся на месте современных впадин: Балхашской, Иссык-Кульской, Шуйской. Между ними выделялись геосинклинальные подвижные пояса - Шу-Илийский, Кендыктас-Заилийский, Центрально-Джунгарский.

Современный структурно-тектонический план, по мнению сторонников геосинклинальной гипотезы (ГГ), создан в результате трех различных этапов развития: геосинклинального, платформенного и этапа активизации. Однако работа А. К. Курсеева с соавт. [6] свидетельствует о том, что воззрения сторонников ГГ по поводу существовавшего геоструктурного плана ЮВК ошибочны. В соответствии со структурной схемой кровли докембрийского сиалического комплекса гранитогнейсового слоя (рис. 1) современные впадины приурочены не к бывшим срединным консолидированным массивам, а унаследовали древние впадины, которые отражены в кровле докембрийского сиалического комплекса. Глубина их ложа следующая: Илийская - 14 км, Жаркентская - 9 км, Иссык-Кульская - 13,5 км, Муюнкумская - 10,5 км, Восточно-Шуйская - 6 км. Все они выполнены палеозойским вулканогенно-осадочным комплексом, т.е. прошли путь развития подвижных геосинкли-



Рис. 1. Структурная схема кровли сиалического комплекса гранитогнейсового слоя (из работы А. К. Курскеева с соавт., 2000): 1А - структуры докембрийского сиалического комплекса;

1Б - то же, локально приподнятые; 2А - впадины в сиалическом цоколе, выполненные вулканогенно-осадочным палеозойским комплексом; 2Б - то же, локально погруженные; 3 - массивы гранитизированных пород в составе сиалического комплекса; 4 - разломы в сиалическом комплексе; 5 - границы структур сиалического комплекса.

Разломы (цифры в кружках): 1 - Жалаир-Найманский, 2 - Шуйский, 3 - Жезказган-Таласский, 4 - Каратау-Ферганский, 5 - Южно-Каратауский, 6 - Кокшаальский, 7 - Алтынэмельский, 8 - Северо-Кетменский, 9 - Северо-Тянь-Шаньский, 10 - линия Николаева, 11 - Атбаши-Иньльчекский, 12 - Северо-Ферганский, 13 - Бектауатинский. Впадины, выполненные вулканогенно-осадочным комплексом палеозоя: I - Тесбулакская, I - Сузакская, II - Мойынкумская, III - Восточно-Шуйская, IV - Илийская, V - Жаркентская, VI - Иссyk-Кульская, VII - Нарынская, VIII - Среднесырдаринская, IX - Ферганская. Блоки сиалического слоя: X - Шуйский, XI - Жалаир-Найманский, XII - Кендыктасский, XIII - Малайсаринский, XIV - Кунгей-Заилийский, XV - Кетменский, XVI - Терскойский, XVII - Киргизский, XVIII - Северо-Киргизский, XIX - Малокаратауский, XX, XXI - Большекаратауские, XXII - Боролдайский, XXIII - Ташкентский, XXIV - Кураминский, XXV - Западно-Ташкентский, XXVI - Южно-Балхашский

нальных зон. В то же время Кунгей-Заилийский, Кетменский, Жалаир-Найманский, Кендыктасский, Малайсаринский блоки докембрийского сиалического комплекса являются локально приподнятыми (см. рис. 1) и кровля их располагается на глубинах 0,5-3,0 км от уровня моря. А это означает, что на месте современных орогенов в каледонское

и герцинское время не могли существовать геосинклинальные подвижные пояса.

В противовес геосинклинальной гипотезе Г. Н. Щерба в течение многих десятилетий развивал гипотезу ступенчатого развития ЗК под влиянием глубинных подвижных зон (умеренный мобилизм). Сущность ее заключается в ступен-

чатом (цикличном) изменении ЗК, в результате чего она становится качественно иной и переходит на новую ступень развития [7, с. 40]. Взамен понятия «геосинклинальная подвижная зона» и «складчатый пояс» он ввел термины, наполненные новым смыслом, - «глубинные подвижные зоны» и «геотектоногены».

Глубинные подвижные зоны (ГПЗ) представляют собой линейные, протяженные мобильные деструкционные зоны, пересекающие ЗК, разделяющие ее блоки, уходящие своими корнями в верхнюю мантию и функционирующие в течение всего тектонического цикла [7, с. 41].

Под геотектоногеном «понимаются протяженные линейные геологические (деформационно-магматические) структуры различного возраста, образованные под влиянием ГПЗ, уходящие своими корнями в верхнюю мантию и отличающиеся по строению от соседних блоков» [7, с. 7]. Таким образом, если ГПЗ - геодинамика, деструкция, то геотектоноген - это сформированный качественно новый крупный структурный элемент.

Г. Н. Щерба [9, с. 28] выделял три стадии развития ГПЗ в течение каждого нового этапа:

1. На ранней стадии происходит деструкция ранее существовавшей коры в условиях растяжения - разломы, раздвиги, палеорифты.

2. На средней стадии в условиях переменного режима «растяжения-сжатия», который сменяется сжатием, отмечаются среднекислый магматизм, осадконакопление, складкообразование, метаморфизм, скучивание, надвиги, аккреция.

3. На поздней стадии происходит всплывание облегченной сиалитизированной колонны в условиях субвертикального растяжения.

В ЮВК Г. Н. Щербой [7] выделены и описаны геотектоногены, к которым приурочены современные орогены - Северо-Тянь-Шаньский, Джунгарский, Шу-Илийский. В то же время для него «структура остального пространства остается неясной, можно лишь предполагать наличие там менее консолидированной коры, возможно переходного типа» [7, с. 105].

Не лишена недостатков и гипотеза умеренного мобилизма в изложении Г. Н. Щербы, а некоторые положения невозможно применить для реально существующих условий ЮВК. Это он предвидел: «Возможно, ряд положений потребует уточнения либо даже пересмотра» [7, с. 9]. Так история геологического развития ЮВК воссоздается лишь на основе анализа эволюции глубинных подвижных

зон, к которым приурочены современные орогены, т. е. они искусственно «вычлняются» из единой совокупности взаимосвязанных и взаимозависимых структурных неоднородностей и рассматриваются как «независимые», самостоятельные явления, события.

В связи с этим нами предлагается новая концепция зарождения и развития структур ЮВК, основанная на системном подходе, которая учитывает принципиальные положения гипотезы умеренного мобилизма в изложении Г. Н. Щербы:

существование глубинных подвижных зон и зарождение в их пределах геотектоногенов;

ступенчатое развитие ЗК в результате латерального смещения зон рифтогенеза и переход ее с каждым новым этапом в качественно новое состояние.

Как известно, одним из фундаментальных свойств ЗК является гетерогенность (блоковая делимость) ее современного строения. Другим важнейшим свойством ЗК служит вертикальная делимость ее по физическому состоянию пород. Верхний слой представлен породами с жесткими структурными связями. Далее отмечаются породы, находящиеся в пластичном состоянии, и ниже - породы, находящиеся в состоянии частичного плавления. Следовательно, ЗК необходимо рассматривать как системы неоднородностей самой различной природы, находящиеся в отношениях и связях друг с другом. Подобные системы рассматриваются в рамках системного подхода. В соответствии с ним основой существования природной среды является иерархия, заключающаяся в том, что природные системы любого уровня организации состоят из элементов, представляющих собой элементы системы предыдущего уровня организации. Переход из одного уровня в другой происходит ступенчато (скачкообразно). Все природные процессы взаимосвязаны, взаимозависимы и имеют свойственную им периодичность.

По данным В. Н. Крестникова с соавт. [4], на территории Тянь-Шаня главные оси полей напряжения имеют субмеридиональное и субширотное простирание. По их мнению, в течение всей истории геологического развития главные оси полей напряжения сохраняли ориентацию, но знак их неоднократно менялся. Поэтому заложение и развитие синхронных (одного направления) древних структур необходимо рассматривать в

единой совокупности и взаимосвязи, так как они взаимозависимы.

Изложим механизм заложения древнего структурно-тектонического плана ЮВК и его дальнейшую эволюцию с позиций системного подхода.

При анализе структурной схемы (см. рис. 1) обращает на себя внимание факт закономерного чередования в ЮВК и Восточной Киргизии выступов и впадин в кровле докембрийского сиалического комплекса. К этим структурам субширотного и СЗ направления приурочены современные орогены и впадины. Это является веским основанием считать, что прообразом современных орогенов и впадин послужили положительные и отрицательные складки основания большого радиуса кривизны.

Г. Н. Щерба на основании обобщений работ многих исследователей пришел к выводу о том, что протокора в докембрии имела мощность не менее 25 км и термальный режим был более высоким, чем теперь [8, с. 10], т.е. породы находились в более пластичном состоянии.

В раннерифейское, а возможно и в дорифейское, время в ЮВК и Восточной Киргизии под действием субмеридиональных сжимающих усилий, вследствие пластических деформаций пород, происходит заложение чередующихся положительных и отрицательных складок основания большого радиуса кривизны субширотного направления. Таким образом, был заложен прообраз будущих основных субширотных структур (геотектоногенов) Восточного Тянь-Шаня: Кокшаальское, Терсейское, Северо-Тянь-Шаньское, Джунгарское сводовые поднятия и Нарынский, Иссык-Кульский, Илийский, Южно-Балхашский прогибы. Под действием горизонтальных сжимающих усилий, вследствие возникновения изгибающих моментов, в выпуклых частях складок происходила аккумуляция деформаций растяжения, а в вогнутых - сжатия. Из механики твердых тел известно, что прочность пород на растяжение на порядок ниже, чем на сжатие. В связи с этим в сводовых поднятиях заложение и раскрытие разломов произошли «сверху-вниз», а в прогибах - «снизу-вверх». При этом форма блок-пластин, обусловленная разломами, является клиновидной. В сводовых поднятиях «острие» клина находится в нижней части, а в прогибах - в верхней. Таким образом, происходит «зарождение» иерархических систем ГПЗ субширотного направления и

обусловленных ими тектонических блоков. Обратим особое внимание на то, что заложение ГПЗ и геотектоногенов произошло как в поднятиях (современные орогены), так и в прогибах (современные впадины). В связи с этим предлагаем ввести понятие «орогенные» и «депрессивные» геотектоногены. Необходимо подчеркнуть, что не все ГПЗ проявляются на современном денудационном срезе. Особенно это касается глубоко погруженных, переработанных последующими движениями ГПЗ, депрессивных геотектоногенов, где происходило вертикальное «наслоение» структурных этажей.

Предположительно в среднем рифее происходит левосторонний разворот главных осей поля напряжения и смена их знака. Под действием сжимающих усилий по азимуту примерно 55 отмечается заложение складок основания большого радиуса кривизны - Каратауское, Жалаир-Найманское, Борохоринское поднятия и Шуйский, Прибалхаш-Илийский, Алакольский прогибы. Одновременно происходит заложение ГПЗ северо-западного направления.

Таким образом, в среднем рифее в ЮВК произошло наложение вновь образованного структурно-тектонического плана СЗ направления на более древний субширотного направления. В результате образовался решетчатый каркас разнонаправленных ГПЗ и складок основания - будущих геотектоногенов (рис. 2). Места пересечения разнонаправленных складок основания сформировали узлы сопряжения.

На этом заканчивается важнейший начальный этап истории геологического развития ЮВК.

Имея особенности, присущие только ей, каждая структурная неоднородность (узел сопряжения) в дальнейшем прошла свой путь развития, т.е. механизм ее эволюции был индивидуален.

На примере эволюции Северо-Тянь-Шаньской ГПЗ рассмотрим механизм формирования орогенных геотектоногенов. В качестве структурно-тектонической основы приняты схемы из работ Ж. С. Ержанова с соавт. [2] и Т. А. Акишева с соавт. [1]. Прообразом Северо-Тянь-Шаньского рифейского симметричного, полициклического геотектоногена являлась субширотная складка основания большого радиуса кривизны, которая Тургенским диагональным разломом разделяется на два узла сопряжения. Западная часть является сопряжением Северо-Тянь-Шаньского и Жалаир-Найманского сводовых поднятий



Рис. 2. Схема геотектоногенов Юго-Восточного Казахстана (составил В. П. Бочкарев, А. Н. Гирканов):

- 1 - Джунгарский, 2 - Южно-Джунгарский, 3 - Илийский, 4 - Сарытумский, 5 - Тургенский, 6 - Жалаир-Найманский, 7 - Кендыктасский, 8 - Бакбактинский, 9 - Саркандский, 10 - Алтын-Эмельский, 11 - Северо-Тянь-Шаньский, 12 - Северо-Иссык-Кульский, 13 - Чиликский

(Западный узел), а восточная - сопряжением Северо-Тянь-Шаньского свода и Прибалхашско-Илийского прогиба (Восточный узел). Механизм развития каждого узла сопряжения отличается некоторыми особенностями. Это соответственно сказалось на современном структурно-тектоническом плане.

Установлено, что ЗК под воздействием различных факторов находится в сложнапряженном состоянии. Наибольший вклад в создание избыточного напряжения в ЗК вносит литостатическое давление. По данным А. К. Курсеева [5], в Северо-Тянь-Шаньской структуре на глубине 20 км вертикальное литостатическое давление составляет около  $5,5 \text{ т/см}^2$ , а горизонтальные составляющие вертикального давления достигают  $1,8$

$\text{т/см}^2$ . Столь значительное литостатическое давление пород с жесткими структурными связями, слагающими верхний слой ЗК, намного превышает предел прочности пластичных пород второго, нижележащего слоя. В условиях тектонического «покоя» (временного равновесного состояния) эти избыточные напряжения уравниваются силами сцепления, что препятствует гравитационному «погружению» тектонических блоков в пластичные породы. Однако, по мнению А. К. Курсеева, в литосфере имеются потенциально ослабленные зоны - тектонические швы. Для раскрытия таких швов достаточно небольшого напряжения [5, с. 107]. В свою очередь Г. Н. Щерба считал, что для раскрытия тектонических швов и дальнейшего

погружения тектонических блоков достаточно так называемого «ареального или рассеянного спрединга» - растяжения ЗК [9, с. 20].

Итак, в среднем рифее в Западном узле сопряжения в условиях продолжающегося субмеридионального растяжения в тектонических швах продольных субширотных блок-пластин возникает ареальный или рассеянный спрединг, что приводит к резкому нарушению имевшегося природного равновесия вследствие значительного снижения сил сцепления между прилегающими блоками. Возникают условия, способствующие гравитационному вертикальному погружению в Иссык-Кульском и Илийском прогибах продольных блок-пластин жесткого фундамента, механизм которого приводится в работе [3]. Компенсацией нисходящих движений в прогибах является поступательное передавливание («кучкование») пластичного вещества нижележащих слоев и астеносферы в сторону Северо-Тянь-Шаньского сводового поднятия, что приводит к его «воздыманию», т.е. уменьшению радиуса кривизны. Это, в свою очередь, нарушает природное равновесие сводового поднятия, в результате чего развиваются склоновые гравитационные процессы - сползание (дрейф) склоновых блок-пластин в сторону прилегающих впадин. Центральная блок-пластина Северо-Тянь-Шаньского свода, которую Г. Н. Щерба называл стержневой зоной [9, с. 63], остается на месте. По сути дела она является реликтом (останцем) древней коры. Таким образом, формируются симметричные рифтогенные зоны, которые ограничивают центральную блок-пластину сводового поднятия.

Рифтогенные зоны заполнялись за счет передавливания (подтока) вещества нижележащих слоев ЗК и верхней мантии в процессе рифтогенеза, а также последующего вулканизма и седиментации. В свою очередь, аккреция ЗК во впадинах происходила главным образом за счет вулканогенно-осадочных образований.

На второй стадии в условиях горизонтального тангенциального сжатия и субвертикального растяжения происходит вертикальное «выдавливание» («выжимание») вновь образованной колонны ЗК (фациальной зоны).

В каледонское время по схожему сценарию, но уже в условиях горизонтального растяжения по азимуту 55 наблюдается наиболее значительный по масштабам рифтогенез, отмеченный интенсивным интрузивным магматизмом.

Следствием этого явилось формирование обширных Заилийского и Кунгейского батолитов.

В герцинскую эпоху происходит очередное заложение продольной (прилавокковой) фациальной зоны, которая выделяется узкой полосой вдоль Заилийского разлома. Северной границей ее является Алматинский разлом. Полициклическое развитие региона со смещением зон рифтогенеза привело к латеральному разрастанию Северо-Тянь-Шаньского геотектоногена за счет Илийской и Иссык-Кульской впадин и образованию морфометрической ярусности склона Заилийского Алатау [3]. Как видно, в Западном узле в течение каждого цикла формировались два типа рифтогенных структур - в прогибах за счет вертикального гравитационного погружения продольных блок-пластин, а в сводовых поднятиях за счет их гравитационного дрейфа. По механизму заложения и развития древние структуры описываемого региона могут быть отнесены к одной из разновидностей авлакогенов.

Эволюция восточного узла сопряжения происходила не только под воздействием горизонтальных усилий, но и восходящих (Северо-Тянь-Шаньское сводовое поднятие) и нисходящих вертикальных движений (Прибалхашско-Илийский прогиб). Сочетание движений различного типа и характера привело к латеральному «растеканию» пластичного вещества нижних слоев ЗК как в сторону стержневой (центральной) блок-пластины, так и Илийской впадины. Одновременно происходило «передавливание» пластичного вещества нижних слоев ЗК и астеносферы со стороны Илийской и Иссык-Кульской впадин. Все это привело к формированию между Тургенским и Чиликским диагональными разломами многолучевых структур - хребет Караш, горы Бокайдынтау; хребет Сарытау; горы Далаашик; хребет Кунгей-Алатау, разделенных сравнительно узкими внутривпадинами - Ассинской, Жинишкейской, Жаланашской.

В наибольшей степени воздействие Прибалхашско-Илийского прогиба отразилось на развитии восточной периклинали Кунгей-Заилийской морфоструктуры, где механизм формирования байкальских и каледонских симметричных рифтогенных зон имеет особенности. Так, восточнее Чиликского диагонального разлома байкальские рифтогенные зоны образовывались вследствие гравитационного погружения (опускания) продольных блок-пластин Северо-Тянь-Шаньского

сводового поднятия соответственно севернее и южнее стержневой зоны (современные горы Торайгыр). При этом «передавливание» пластичного вещества нижележащих слоев происходило, главным образом, в сторону Илийской и Ис-сык-Кульской впадин и частично по направлению к стержневой зоне. В дальнейшем происходило заполнение рифтогенных зон и формирование симметричных байкальских фациальных зон. В каледонское время в повторный рифтогенез были «втянуты» и байкальские фациальные зоны (современные Согетинская и Жаланащская внутригорные впадины). В результате последующего заполнения рифтогенных зон здесь сформировалась вертикальная ярусность структурных этажей. Результатом повторного передавливания пластичного вещества нижележащих слоев в сторону прилегающих впадин явились субширотные валообразные поднятия (современные горы Согеты, Улькен-Бугуты, Кулыктау), которые служат границами каледонских фациальных зон на севере и юге.

В верхнегерцинскую эпоху наблюдаются заложение краевых фациальных зон и дальнейшее латеральное «растекание» пластичного вещества нижележащих слоев. Вместе с тем в нижнегерцинское время отмечается заложение обширного Прибалхашско-Илийского вулcano-плутонического пояса, юго-восточное окончание которого фиксируется в Северо-Тянь-Шаньском геотектоногене [9, с. 25, 34]. Вследствие этого в Восточном узле сопряжения почти повсеместно формируется мощный покров эффузивных образований.

Таким образом, механизм развития Западного и Восточного узлов определяется характером (типом) сопряжения древних структур, от которого зависит дальнейшая направленность горизонтальных усилий и их энергетический потенциал. Так, наивысшим потенциалом движущих усилий обладает Западный узел, представляющий собой сопряжение разнонаправленных сводовых поднятий. Как следствие, здесь отмечаются повышенная (55 км) мощность ЗК и самые высокие водоразделы. В Восточном узле сопряжения сводового поднятия и прогиба происходит значительное латеральное растекание нижнего пластифицированного слоя, за счет чего ширина его почти в два раза превышает ширину Западного узла. Вместе с тем здесь отмечается пониженная (45 км) мощность ЗК [2]. Поэтому предлагаем узлы сопряжения сводовых поднятий называть «активными», а узлы

сопряжения сводовых поднятий и прогибов - «угнетенными».

Примерно по схожему сценарию развивался Джунгарский субширотный геотектоноген, который Южно-Джунгарским и Сарыбастаумским разломами разделяется на Восточный (пересечение с Борохоринским сводовым поднятием), Центральный (пересечение с Прибалхашско-Илийским прогибом) и Западный (пересечение с Жалаир-Найманским сводовым поднятием) узлы сопряжения. Восточный узел сопряжения представляет собой симметричный двусторонний геотектоноген, в котором выделяются Северо- и Южно-Джунгарский антиклинории (соответственно хребты Джунгарский Алатау и Токсанбай), где отмечается субширотная ориентировка фациальных зон. Стержневая зона (Бороталинский синк-линейный) представлена в виде консолидированных пород базальт-андезито-аргиллитовой формации [7, с. 119]. В Центральном узле сопряжения стержневая зона расположена в Сары-Озекском синклинории, где она глубоко погружена и перекрыта более молодыми образованиями. В целом Центральный узел представляет собой многолучевые субширотные структуры, к которым приурочены современные, сравнительно невысокие орогены - хр. Кокшели, горы Кулан-басы; хр. Малайсары; хр. Алтынемель, горы Шолак. Западный узел сопряжения развивался при значительном воздействии Жалаир-Найманского сводового поднятия. В результате в настоящее время на современном денудационном срезе преобладают структуры Жалаир-Найманского геотектоногена, которые представлены двумя симметричными зонами - Кендиктасской и Шуй-Илийской. Стержневая зона приурочена к Жалаир-Найманскому синклинории. Северо-западнее узла сопряжения Кендиктасская левосторонняя зона погружена и отсутствует на современном денудационном срезе.

Развитие депрессивных геотектоногенов рассмотрим на примере Шуйского геотектоногена, который хорошо изучен геофизическими и буровыми работами. Этот депрессивный геотектоноген имеет определенные особенности структурно-тектонического строения. При общей линейности северо-западной ориентировки протерозойским массивом он четко разделяется на две субпараллельные системы прогибов различной глубины. Шуйским и Бугудинским протерозойскими выступами они разделяются

на Муюнкумский, Тесбулакский и Сузак-Байкадамский прогибы [6, с. 149, 150]. Подобными выступами Иссык-Кульская впадина разделяется на две структуры более низкого рангового уровня - собственно Иссык-Кульскую и Нарын-кольскую впадины, Илийский - на Западно- и Восточно-Илийскую впадины. Все эти выступы четко фиксируются в докембрийском сиалическом комплексе [6, с. 78].

Как видно, в Шуйском депрессивном геотектоногене выделяется срединный протерозойский массив, который с СВ и ЮЗ ограничивается миогеосинклиналями.

Аналогичный срединный массив, по-видимому, должен присутствовать в Иссык-Кульском и Алакольском депрессивных геотектоногенах.

К концу герцинского времени заканчивается второй, важнейший этап истории геологического развития ЮВК. Вместе с ним прекращается активная (масштабная) аккреция ЗК, происходит ее окончательная консолидация, а также приобретает основные черты современный рельеф.

Резюмируя изложенное, можно сделать вывод о том, что в природной среде существует множество (совокупность) механизмов развития древних структур. В частности, российские исследователи А. В. Пейве, Г. М. Власов и др. выдвигают до 60 модификаций концепции развития древних структур, в том числе геосинклинально-орогенную и геосинклинально-депрессивную (1988, с. 10, 11).

Поэтому стремление многих казахстанских исследователей искусственно противопоставить предложенные ими механизмы развития древней коры ЮВК (клавишная тектоника, геосинклинальная, умеренного мобилизма) и считать их единственно правильными ошибочно.

По нашему мнению, большое прогрессивное значение имеет разработанная Г. Н. Щербой гипотеза ступенчатого развития ЗК (умеренный мобилизм), принципиальные положения которой могут служить основой новых (частных) концепций развития древних структур Казахстана. Одним из примеров дальнейшего развития гипотезы умеренного мобилизма Г. Н. Щербы является представленная в этой статье новая (частная) концепция зарождения и развития древних структур ЮВК, основанная на системном подходе. По мнению авторов, она позволяет объяснить основные региональные особенности строения ЗК ЮВК, которые сводятся к следующему:

закономерное чередование современных положительных и отрицательных структур, которые являются наследием древнего структурного плана;

повышенная мощность ЗК в орогенных геотектоногенах вследствие подтока (передавливания) вещества нижних слоев ЗК и астеносферы из депрессивных геотектоногенов;

наличие «корней» гор, что объясняется присутствием древней рифейской стержневой зоны;

закономерное чередование волноводов и высокопроводящих слоев в ЗК орогенных геотектоногенов, которое объясняется ступенчатым (стадийным) подтоком (передавливанием) вещества нижних слоев ЗК и астеносферы;

наличие узлов сопряжения различного типа; в «активных» узлах отмечаются четкая, последовательная латеральная ярусность структурных этажей за счет ступенчатой миграции зон рифтогенеза, высотная зональность (высокогорный, среднегорный, низкогорный яруса), повышенная сейсмоактивность; для «угнетенных» узлов характерны многолучевые низкогорные орогены, между которыми выделяются синклиории;

каркасно-решетчатое строение ЗК, которое является следствием взаимного пересечения разнонаправленных геотектоногенов.

По мнению авторов, новая концепция позволит изменить взгляд на сейсмическую опасность Центрального и Восточного Казахстана. В частности, в соответствии с картой сейсмического районирования Республики Казахстан территория Центрального Казахстана отнесена к асейсмичной [6]. Однако имеющиеся к настоящему времени факты свидетельствуют об ошибочности этих взглядов.

По данным А. Сыдыкова и А. Б. Садыковой [6, с. 35], до 1951 г. в районе г. Жезказгана, в Западном Прибалхашье и восточнее г. Караганды зафиксированы три землетрясения с магнитудой до 4 и выше. В 2001 г. юго-восточнее г. Жезказгана произошло Шалгинское землетрясение с  $M = 5$ . При анализе «структурной схемы...» [6, с. 66] выясняется, что эпицентры всех указанных землетрясений расположены в геотектоногенах, где присутствует активная мантия. По мощности активной мантии подобные зоны

В. И. Шапилов относит к переходным (от асейсмичных до высоко сейсмичных). Следовательно, это не случайные события, а закономерные явления, которые связаны со структурно-текто-

ническими особенностями. Поэтому они требуют дальнейшего анализа и изучения.

Представленная концепция позволит также с новых позиций уточнить геотектонику Центрального и Восточного Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акишев Т.А., Ерхов В.А., Розенблат М.М., Попов А.Н. и др. Геофизические поля и глубинное строение Алма-Атинского сейсмоактивного района. Алма-Ата: Наука, 1988. 136 с.

2. Ержанов Ж.С., Курскеев А.К., Тимуш А.В., Чабдаров Н.М. Земная кора сейсмоактивных районов Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1982. 232 с.

3. Жданович А.Р., Гирканов А.Н. Эволюция глубинных подвижных зон и сейсмическая зональность Северо-Тянь-Шаньского геотектоногена // Доклады казахстанско-россий-

ской международной конференции «Геодинамические, сейсмические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска (Казахстан, Алматы, 22-24 июня 2004). Алматы, 2004.

4. Крестников В.Н. и др. Напряженное состояние земной коры Центрального и Северного Тянь-Шаня. М., 1986. 56 с.

5. Курскеев А.К. Проблемы прогнозирования землетрясений. Алма-Ата: Наука, 1990. 264 с.

6. Курскеев А.К., Тимуш А.В., Шацлов В.И. и др. Сейсмическое районирование Республики Казахстан. Алматы: Эверо, 2000. 219 с.

7. Щерба Г.Н. Геотектоногены и рудные пояса. Алма-Ата: Наука, 1970. 184 с.

8. Щерба Г.Н. Колонна преобразования земной коры. Алма-Ата: Наука, 1975. 280 с.

9. Щерба Г.Н. Геотектоника и металлогения. Алма-Ата: Наука, 1988. 176 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СТОКА РЕКИ ЕСИЛЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ (С УЧЕТОМ РУСЛОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА)

*Бақылау жүргізілген толық кезең үшін РММ «Қазгидрометтің» стационарлық желісінің кадастрлық ағынды мәліметтерін қолдана отырып, су қоймаларын салу және өзен алабында жүргізілген шаруашалық іс-әрекеттің әсерінен Есил өзенінің жылдық ағындысының өзгеруі қарастырылған..*

*Рассмотрены изменения годового стока р. Есиль, вызванные строительством водохранилищ и хозяйственной деятельностью в бассейне реки, с использованием кадастровых данных о стоке на стационарной сети РГП «Казгидромет» за весь период наблюдений.*

*The changes of an annual drain of the river Esil, called by construction of reservoirs and in the whole economic activity in pool of the river, with use cadastral of the data on a drain on a stationary network RSE "Казгидромет" for all period of supervision are considered*

В бассейне р. Есиль с 1960-х по 1990-е годы созданы десятки водохранилищ для обеспечения хозяйственно-питьевых, промышленных, сельскохозяйственных нужд населенных пунктов, промышленных районов и комплексов, сельских объектов и агрофирм. Всего создано более 20 водохранилищ объемом до 10 млн м<sup>3</sup>, 6 объемом до 40 млн м<sup>3</sup> и 2 крупных водохранилища - Вяч-челславское и Сергеевское.

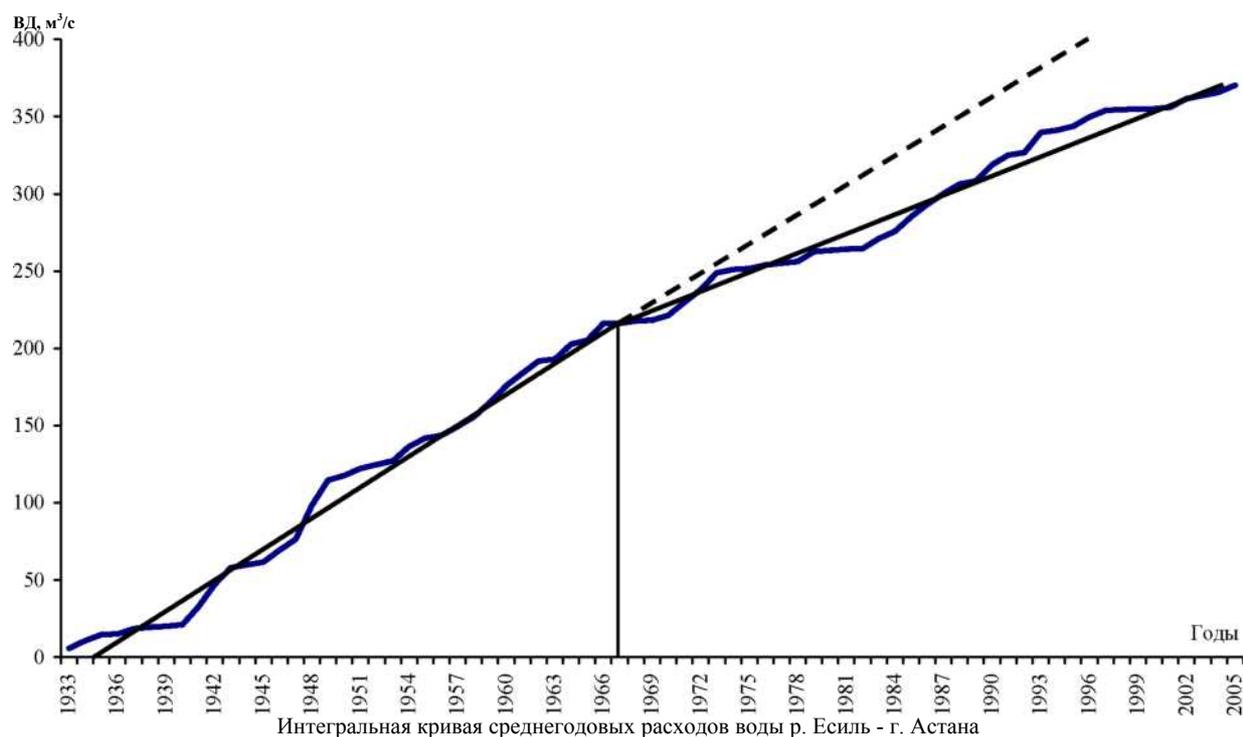
Вячеславское водохранилище многолетнего регулирования стока воды построено в верхнем течении р. Есиль у с. Вячеславка в 1971 г. Водохранилище имеет объем 419,4 млн м<sup>3</sup>, площадь зеркала при НПП - 60,9 км<sup>2</sup> и обеспечивает водоснабжение г. Астаны, Вишневого и других районов Акмолинской области технической и питьевой водой.

Сергеевское водохранилище расположено в 173 км выше г. Петропавловска и предназначено для регулирования стока реки в среднем и нижнем течениях. Водохранилище эксплуатируется с 1969 г. Объем составляет 693 млн м<sup>3</sup>, а площадь зеркала при НПП - 116,8 км<sup>2</sup>.

Сергеевское водохранилище в комплексе с нижерасположенным небольшим Петропавловским водохранилищем предназначено для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения Петропавловского промышленного района, сельскохозяйственных объектов, а также для обеспечения гарантированной подачи воды в Тюменскую область России.

В бассейне р. Есиль в разное время функционировали 27 гидрологических пунктов наблюдений за стоком воды продолжительностью от 1 до 100 лет (р. Есиль - г. Петропавловск).

Расчет характеристик стока в условиях интенсивной хозяйственной деятельности и регулирования водного режима требует достоверной информации с длительными рядами наблюдений. Анализ хозяйственной деятельности и рядов расходов воды в пунктах наблюдений за стоком рек бассейна позволил выявить опорные створы по длине реки и на ее притоках. Приведение рядов за стоковыми характеристиками к одному периоду и восстановление пропусков в наблюдениях выполнено с помощью парной корреляции между средними годовыми расходами воды, средними месячными расходами воды, средними годовыми расходами и расходами за месяцы весеннего половодья. При этом использовались связи характеристик стока в расчетных створах и створах рек-аналогов с коэффициентом корреляции более 0,85 и 0,90. Кроме того, процесс восстановления пропусков в наблюдениях усложняется зарегулированным режимом стока рек бассейна многочисленными водохранилищами и, в первую очередь Вячеславским и Сергеевским. Поэтому расчетные зависимости строились отдельно для периодов до и после создания водохранилищ. Таким образом, созданная полноценная и достаточно надежная база данных о стоке реки



позволяет оценить качественные и количественные изменения некоторых характеристик водного режима с учетом регулирующей деятельности водохранилищ.

Влияние водохранилищ на водный режим Есиля и, в частности, на характеристики годового стока наблюдается в верхнем и среднем течениях реки. Наглядно это видно на интегральном графике хода среднегодовых расходов воды в створе р. Есиль - г. Астана (см. рис.).

На рис. отчетливо обозначается изменение наклона кривой после 70-х годов. В нижнем течении реки за счет регулирующего действия Сергеевского водохранилища, влияния климатических факторов,

обуславливающих стокообразование, и крупных притоков (Колутон, Жабай, Терсаккан, Иманбурлук, Аканбурлук и др.) величины среднегодовых расходов воды практически не изменились.

Изменились характеристики стока внутри года. Перераспределение внутригодового стока произошло за счет снижения максимальных расходов воды и увеличения минимальных. Количественные изменения среднемесячных величин стока после 1970 года (в связи с созданием в первую очередь Сергеевского водохранилища) можно проследить по данным, приведенным в табл. Уменьшение среднемесячных расходов в период половодья в мае и июне в среднем за 1970-2005 гг.

Среднемесячные и среднегодовые расходы воды р. Есиль - г. Петропавловск, м³/с

Расходы	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Средние за 1933-1969 гг.	3,40	2,98	3,08	136,9	397,6	80,8	23,5	11,5	8,28	7,68	6,35	4,65	57,2
Максимальные	10,5	9,17	8,99	934	2080	250	60,2	30,2	23,9	25,9	27,3	15,0	227
Минимальные	0,22	0,04	0,37	3,24	2,31	0,67	1,14	0,65	0,84	0,16	0,17	0,57	2,37
Средние за 1970-2005 гг.	7,72	8,00	10,9	164,5	300,1	78,0	24,3	13,5	11,2	10,2	9,19	8,02	58,6
Максимальные	14,8	15,3	51,6	707	888	247	67,4	34,8	24,4	20,2	15,8	14,0	145,0
Минимальные	1,13	1,45	2,49	11,3	11,4	7,01	4,81	3,60	4,34	3,35	4,61	2,69	7,26

компенсируется их увеличением в остальные месяцы года. Среднемесячная величина стока снизилась в мае в 1,3 раза - на  $97,5 \text{ м}^3/\text{с}$  при среднемноголетнем годовом стоке воды  $57,9 \text{ м}^3/\text{с}$ . Среднемноголетние величины годового стока до и после строительства водохранилищ отличаются незначительно и составляют соответственно  $57,2$  (1933-1969 гг.) и  $58,6 \text{ м}^3/\text{с}$  (1970-2005 гг.).

Не отмечено и существенных отклонений в направлении хода интегральной кривой среднегодовых расходов воды.

Колебания кривой повторяют лишь периоды разной водности. На основании разностной интегральной кривой модульных коэффициентов в створе р. Есиль - г. Петропавловск на реке наблюдался длительный маловодный период с 1949 по 1982 г., который сменился многоводным до 1994 г.

На их фоне отмечаются менее продолжительные колебания повышения и понижения водности в течение 2-4 лет. Таким образом, перераспределение стока реки Есиль внутри года за счет хозяйственной деятельности не отразилось на величине среднегодового расхода.

## Геокриология

УДК 551.345

А. П. ГОРБУНОВ

### КРИОЛИТОЗОНА, ДРЕВНИЙ ЛЕДНИК И ПЕЩЕРНЫЕ ЛЬДЫ В ЯПОНИИ

*Жапония тауларындағы мәңгі тоңдану, ежелгі мұздықтар, перигляциалдық құбылыстар және үңгірлік мұздар туралы мәліметтер келтірілген.*

*Приведены сведения о вечной мерзлоте, древнем леднике, перигляциальных явлениях и пещерных льдах в горах Японии.*

*Permafrost, fossil glacier, periglacial features and ice caves in Japan are discussed.*

*Криолитозона.* В Японии она развита в горах Хонсю и Хоккайдо. Горная территория с вечной мерзлотой простирается от 35°21' до 45°с.ш.

*Остров Хонсю* расположен в двух климатических поясах: северная часть - в умеренном, южная - в субтропическом.

В 70-х годах XX столетия появилась публикация, я бы сказал, сенсационного звучания, - сообщение японского ученого Кейзи Хигучи о находке вечной мерзлоты на склонах действующего вулкана и вообще самого высокого поднятия страны - Фудзияма (3776 м, 35°2' с.ш. и 138°44' в.д.). Эта живописная гора высится в 113 км к юго-западу от Токио. Фудзияма - «полюс холода» Японии: на ее вершине средняя годовая температура воздуха минус 6,6°С.

Вечная мерзлота была обнаружена на ее северном склоне, на высоте 2800 м, на южном - 2900 м [1]. Средние годовые температуры воздуха на этом высотном уровне около минус 1,5°С. Во внутриконтинентальных регионах Евразии на аналогичной географической широте (около 36° с.ш.), например в Куньлуне, вечная мерзлота распространена выше 3800 м, т. е. на 1 км выше. Первоначально я решил, что это опечатка в тексте. Но встреча с К. Хигучи развеяла мои сомнения. Кстати, Хигучи был очень удивлен, что в нашей стране используется топоним «Фудзияма». Он горячо доказывал мне несурзность такого именованья любимого японцами красавца Фудзи или Фудзисана. Существуют две версии относительно происхождения его названия. Первая - от слова «огонь». Так именовали вулкан древние обитатели японских островов - айны. Вторая

восходит к японскому понятию «крутая гора». Интересно, что в японском языке не менее 13 синонимов понятия «гора».

Фудзи - весьма активный вулкан. Он особенно часто извергался в IX-X веках. С 781 г. это случалось не менее 10 раз. Самое крупное его извержение на памяти населения страны имело место в 1707 г. Оно сопровождалось катастрофическим землетрясением 10-11 баллов.

Детальное знакомство с картой Японии привело меня к предположению, что небольшие островки вечной мерзлоты могут существовать и в других горах острова Хонсю. Ведь ряд вершин в хребтах Хида, Акаиси и Кисо, к западу и северо-западу от Фудзи, достигают 2900 м и даже несколько превосходят 3000 м. В последнее время японские ученые высказали твердое убеждение, что высочайшие вершины на острове Хонсю подверглись многолетнему промерзанию. Здесь таких вершин около двух десятков [2].

В горах Хонсю распространены криогенные формы микрорельефа, связанные с сезонным и кратковременным промерзанием оголенных участков склонов. Это такие разновидности структурных грунтов, как отсортированные полигоны, полосы и ступени. В горах северной половины острова, например в горном массиве Сироума, они характерны для высот более 2000 м. Небольшие солифлюкционные терраски можно встретить на этих же примерно высотах. Недавно японскими учеными в упомянутом горном массиве, на абсолютных высотах 2500-2700 м, обнаружены 43 небольших каменных глетчера, которые утратили свою активность всего несколько столетий

тому назад. Один из них, возможно, до сих пор частично ее сохранил.

*Острое Хоккайдо* наиболее примечателен в отношении вечной мерзлоты. По-японски его название означает «Северное море». Хоккайдо расположен в умеренном климатическом поясе. Он простирается от 41°25' до 45°30' с.ш. Для него характерны средневысотные горные хребты, некоторые из которых увенчаны конусами действующих вулканов. Наиболее высокое поднятие острова - горы Исикари с вершиной Асахи (2290 м). Другие высокие горные хребты - Хидака (2052 м), Юбари (1727 м), Сиретокко (1545 м) и массив Иотей (1893 м). Для гор острова типичны выровненные привершинные поверхности, альпинотипные формы горных вершин со следами древнего оледенения, вулканические конусы, древние кратеры, нередко занятые живописными озерами. Местами встречаются глубокие ущелья. Климат западной половины острова более мягкий и более влажный, нежели восточной. Количество атмосферных осадков в горах острова порядка 1000 мм/г.

Криолитозона на Хоккайдо обычно распространена выше 1600 м. Многолетнее промерзание предопределяется не только низкими температурами воздуха, но и характером снежного покрова. Там, где толщина снежного покрова превышает 0,5 м, даже при средней годовой температуре воздуха минус 3°C, вечная мерзлота отсутствует. Такое случается иногда даже на абсолютных высотах 2000 м. Небольшой массив вечной мерзлоты не исключен на наиболее возвышенной части острова Рисири, который находится на севере у западного берега Хоккайдо.

Таким образом, острова вечной мерзлоты в горах Хоккайдо строго приурочены к участкам, с которых время от времени сдувается снег, или где мощность его незначительна. Такое наблюдается, например на горе Асахи, только выше 1650 м. На этом уровне средние годовые температуры воздуха близки к минус 1,5°C. Асахи находится под 43°30' с.ш. Это на 2-3 десятка километров севернее передового хребта Тянь-Шаня - Заилейского Алатау, где вечная мерзлота распространена на абсолютной высоте 2700 м, что примерно на 1000 м выше, чем на Хоккайдо.

С чем связан такой парадокс? Во внутриазиатских горах с континентальным климатом пояс вечной мерзлоты находится существенно выше, чем в приморских районах на востоке Азии, где

относительно мягкий морской климат. Дело в том, что благоприятные условия для сохранения и вообще существования альпийской вечной мерзлоты в большей степени определяются состоянием погоды очень короткого высокогорного лета. Преобладание солнечных дней в условиях континентального климата внутриматериковых горных систем, относительно редкие снегопады и общая сухость воздуха способствуют лучшему прогреву почвы, чем в приморских горах, где летом господствует облачная погода с частыми летними снегопадами. И вообще в низких географических широтах океан действует охлаждающе на соседнюю сушу, в отличие от высоких широт, где наблюдается противоположная картина. Поэтому средние годовые температуры воздуха на одинаковых широтах и высотах, как правило, ниже вблизи океанических побережий, чем во внутриконтинентальных регионах. Эту общую закономерность нередко усугубляют или смягчают холодные или теплые морские течения.

При изучении криолитозоны Хоккайдо японские ученые столкнулись с одним необычным явлением. Небольшие массивы вечной мерзлоты обнаружены в лесном поясе гор острова. Под пологом густого хвойного леса снежный покров местами отсутствует. Поэтому создаются благоприятные условия для глубокого сезонного промерзания горных склонов. В тех случаях, когда лес произрастает на закрепленных крупнообломочных осыпях крутых северных склонов, возможно их многолетнее промерзание даже при положительных средних годовых температурах воздуха [4]. Весьма льдистые осыпи такого рода были обнаружены на абсолютных высотах 770900 м. Мощность криолитозоны порядка 2 м. Средние годовые температуры воздуха на упомянутом высотном уровне около плюс 2°C. Массивы вечной мерзлоты в осыпях, вероятно, недолговременны: сохраняются в течение нескольких лет. Среди них есть и перелетки. Своеобразный комплекс льдистых пород лесного пояса гор Хоккайдо следует рассматривать как нечто промежуточное между перелетками и вечной мерзлотой. Может быть, их следует именовать многолетними перелетками.

Почти такая же картина наблюдается и в Тянь-Шане. Так, в Заилейском Алатау на сходных географических широтах перелетки и небольшие массивы вечной мерзлоты в хвойном лесу на осыпях прослежены вниз до абсолютной

высоты 1800 м. На этом уровне средние годовые температуры воздуха близки к 4°C.

Японские ученые предлагают мерзлые массивы, которые образуются в условиях положительных средних годовых температур, именовать внезональной вечной мерзлотой [2].

Криогенные формы рельефа в горах острова представлены структурными грунтами (выше 1500 м) и пальсами (выше 1300 м). Первые достигают в поперечнике 1 м, вторые при диаметре у основания от 2 до 80 м возвышаются до 1 м. Кроме того, встречаются гидролаколлиты выше 1700 м и морозобойные трещины на участках, свободных от снежного покрова. Отмечены и небольшие курумы.

*Древний ледник.* Ледники, как известно, в горах Японии отсутствуют. Но в позднем плейстоцене они были распространены на Хоккайдо и Хонсю. Часть из них сохранялась и в голоцене. Остатки одного из них около 25 лет тому назад были обнаружены в горах острова Хонсю. Географические координаты места находки 36°35' с.ш. и 137°37' в.д. Массив древнего льда сохранился под снежником в ледниковом цирке горы Кураносукэ на абсолютной высоте около 2700 м. Цирк открыт на северо-северо-восток. Длина снежника около 300 м, ширина 100-80 м. Его площадь порядка 25 000 м<sup>2</sup>. Мощность массива древнего льда 30 м. Его возраст 10001700 лет [4]. В цирке находятся два каменных глетчера - древний и неактивный, а также прогализ гатраг! - проталус ремпат (предосыпной вал). Последний скован вечной мерзлотой, кровля которой вскрывается на глубине 1,5 м. Многолетнее промерзание крупнообломочных отложений каменных глетчеров и вала определило сохранность массива древнего льда.

*Пещерные льды.* Фудзияма примечателен не только вечной мерзлотой, но и пещерными льдами. Здесь в древних лавовых толщах выявлено около 100 трубчатых пещер [5]. В девяти из них обнаружены постоянные льды. Шесть пещер находятся в густом лесу у подножия северо-западного склона вулкана - 950-1170 м над ур. м.

В течение 1984-1994 гг. обстоятельно изучалась ледяная пещера Фудзи Фукетшу, которая расположена на высоте 1120 м. Ее географические

координаты 35°24' с.ш. и 138°42' в.д. Пещера в трубчатой полости образовалась при вулканическом извержении 864 г. Она относится к категории мешковидных пещер, ее длина 180 м, а ширина несколько метров. Свод пещеры находится на высоте 5-7 м от ее дна и на глубине 20-30 м от поверхности склона. Холодный воздух стал свободно проникать в пещеру после обрушения части свода. Охлаждение пород и формирование льда происходят за счет интенсивной циркуляции холодного воздуха. Наледь на полу пещеры начинается 30 м от входа и прослеживается до ее конца на расстоянии 150 м. Мощность ледяного покрова в этом направлении возрастает от 0 до 4 м. Площадь ледяного поля - 1100 м<sup>2</sup>, объем - около 3000 м<sup>3</sup>. Вода поступает на пол пещеры с ее свода.

Наиболее интенсивное намерзание льда наблюдается в марте-апреле. Частичное таяние льда отмечается с сентября по ноябрь. Оно незначительно, и на всем протяжении ледяной части пещеры лед сохраняется круглый год. Впервые лед в пещере был исследован еще в 1927 г.

У входа в пещеру, на абс. высоте 1120 м, средняя годовая температура воздуха +8,4°C, а средняя зимняя -0,9°C, летняя +16,5 °C. Годовая сумма атмосферных осадков - порядка 1500 мм, большая их часть выпадает летом, а зима относительно сухая. Подобные ледяные пещеры известны и в других местах Хонсю, например в провинции Мияги (38° с.ш.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. I. Higuchi K., Fujii Y. *Permafrost at the summit of Mount Fuji, Japan*|| *Nature*, 1971, 230(5295), P. 521.
2. 2. Ishikawa M., Fukui K., Aoyama ML, Ikeda A., Sawada Y., Matsuoka N. *Mountain permafrost in Japan distribution, landforms and thermal regimes*|| *Zeitschrift fur Geomorphologie, N.F. Suppl.* 2003, Vol. 130, S. 99 - 116.
3. 3. Kondo Y., Nogawa K., Utani M. and Segawa H. *Permafrost in Tokachi-mitsumata*|| *Tokachi plain (Chidanken Senpou, 1978, 22), P. 335 - 341 (in Japanese).*
4. 4. Yoshida N., Yamamoto K., Higuchi K., Iida H., Ohata T., Nakanura T. *First discovery of fossil ice of 1000 - 1700 year B.P. in Japan*|| *Journal of Glaciology, 1990, Vol. 36, # 123, P. 258 - 259.*
5. 5. Ohata T., Furukawa T., Higuchi K. *Glacioclimatological Study of Perennial Ice in the Fuji Ice Cave, Japan. Part 1. Seasonal Variation and Mechanism of Maintenance*// *Arctic and Alpine Research, 1994, vol. 26, No. 3, p.227-237.*

# Проблемы выращивания кормовых культур

УДК636.366.63.085.51

Г. У БАЙТАШЕВА, С. С. САДВАКАСОВ

## СПОСОБЫ ПОСЕВА СОРГО И АМАРАНТА В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Қытай мен гултәждің қоспасын Алматы облысының тау бөктерлік шөлді дала аймағындағы суармалы жерлерде қару үшін қатар аралығы 60 см және тиісім себу нормасы біршіл дақыл бойынша 250, екіншіл бойынша 750 мың дана/м<sup>2</sup> кеңқатарлық тәзіл бақылаумен салыстырғанда ең қолайлы болып табылады және қысқаласауға өткізіліп отырды.*

*Наиболее приемлемым для возделывания смеси сорго и амаранта в условиях полива предгорной пустынно-степной зоны Алматинской области оказался широкорядный способ посева с междурядьями 60 см и нормой высева семян первой культуры 250 и второй культуры 750 тыс. шт/м<sup>2</sup>.*

*The most acceptable for cultivation of mixture of Sorghum and Amaranthus in condition of watering of piedmont deserted-steep zone of Almaty oblast are the wide-row method of the sowing with row-spacing of 60 cm and norm cultivation of seed first culture 205 thousand pieces / m<sup>2</sup> and the second culture 750 thousand pieces / m<sup>2</sup>. The harvest of the green mass in comparison with test sites is higher..*

Поиски способов укрепления кормовой базы фермерских хозяйств Юго-Восточного Казахстана относятся к числу приоритетных задач аграрных научных исследований в этом регионе. Без надежного запаса кормов невозможно обеспечить благоприятные условия для скота. Для решения этих проблем применяются и малораспространенные растения, в том числе сорго и амарант.

Рациональное использование хозяйственно ценных свойств сорго и амаранта возможно при наличии адаптивных технологий выращивания. Однако приемы совместного возделывания амаранта с сорго и другие аспекты, обуславливающие широкое внедрение их в производство в нашей республике, не изучались.

Настоящее исследование посвящено восполнению этих пробелов в научном обеспечении кормопроизводства Алматинской области. Также предусматривается решение ряда теоретических и прикладных вопросов увеличения сбора кормов.

Изучаются пути достижения полноценной реализации биологического потенциала сорго и амаранта. Изыскиваются возможности эффективного использования растениями площади питания, поливной воды и других факторов среды. Эти атрибуты, необходимые для роста и развития растений, рассматриваются в тесной взаимо-

связи с биоморфологическими признаками и свойствами объектов исследований. Поэтому мы изучаем и разрабатываем способы посева амаранта и сорго.

При совместном возделывании сельскохозяйственных культур одним из ключевых факторов, определяющих возможности применяемых технологий по созданию условий наибольшего благоприятствования для выращиваемых растений, является оптимальный способ посева. Основная цель применения того или иного способа посева заключается в равномерном размещении семян на единице площади с тем, чтобы компоненты смеси как можно меньше угнетали друг друга, а возможно, и способствовали росту и развитию благодаря симбиозу или наибольшей агробиологической совместимости друг с другом. В конечном итоге они должны дать высокий и качественный урожай кормовой массы.

В проведенном в условиях полива предгорной пустынно-степной зоны Алматинской области опыте выявлялась эффективность смешанного посева сорго и амаранта с применением широкорядного способа посева с междурядьями 40, 60 и 80 см (см. табл.).

Выявлено существенное влияние способов посева семян сорго и амаранта на биоморфоло-

Влияние способов посева семян на структурные признаки урожая сорго и амаранта, возделываемых в смеси (среднее за 2006-2008 гг.)

Способ посева	Норма высева семян, тыс. шт/м	Высота растений, см	Облиственность, %	Густота стояния, шт/м <sup>2</sup>	2
Широкорядный - 40 см	1 вариант	236,5	39,1	20,4	63,7
	Сорго 250 + амарант 500 - контроль	166,5	32,5	43,3	
	2 вариант	232,3	41,8	21,9	65,9
	Сорго 250 + амарант 750	164,6	34,1	44,0	
	3 вариант	231,1	39,9	22,1	66,4
	Сорго 250 + амарант 1000	160,2	33,7	44,3	
Широкорядный - 60 см	1 вариант	235,8	43,2	20,7	65,3
	Сорго 250 + амарант 500	166,3	35,5	44,3	
	2 вариант	240,5	45,7	24,5	69,1
	Сорго 250 + амарант 750	170,7	36,5	43,6	
	3 вариант	232,2	36,6	22,1	63,3
	Сорго 250 + амарант 1000	156,3	33,3	43,2	
Широкорядный - 80 см	1 вариант	230,4	29,9	21,4	63,2
	Сорго 250 + амарант 500	164,8	39,1	42,8	
	2 вариант	233,9	40,2	21,7	63,8
	Сорго 250 + амарант 750	162,5	34,4	43,1	
	3 вариант	219,1	37,7	20,2	60,9
	Сорго 250 + амарант 1000	160,6	32,9	40,7	
<i>Примечание.</i> В числителе - данные по первой культуре, в знаменателе - по второй.					

гические признаки этих растений. В период уборки урожая высота растений обеих культур оказалась самой низкой в варианте с шириной междурядий 80 см при максимальной норме высева семян амаранта. Ширина междурядий совместного посева этих культур оказывала заметное влияние на облиственность и густоту стояния растений накануне уборки урожая, когда растения сорго находились в фазе восковой спелости семян, амаранта - в фазе налива и молочной спелости семян. Казалось бы, при одинаковых нормах высева семян уменьшение расстояния между рядками, приводящее к росту числа рядков и тем самым к большей равномерности расположения растений на определенной площади, должно было способствовать улучшению условий произрастания растений с увеличением параметров их хозяйственно ценных признаков.

Однако оказалось, что улучшение условий питания растений с уменьшением ширины меж-

дурядий в случае с высокорослыми силосными растениями вызывает обратный эффект. В определенный период жизнедеятельности бурно растущие организмы, принадлежащие к разным таксонам, но со сходным ритмом вегетации, достигнув максимума в линейном росте, угнетающе действуют друг на друга и подавляют слабообразившихся. Посевы заметно изреживаются, а растения оказываются в угнетенном состоянии, иногда до самых верхних ярусов лишаясь листьев. Тому ярким свидетельством могут служить показатели совместно возделываемых амаранта и сорго по облиственности и густоте стояния растений при широкорядных посевах с шириной междурядий 40 см.

В посевах с шириной междурядий 60 см в основном складывались наиболее благоприятные условия для роста и развития растений. Среди этих вариантов самые высокие показатели были получены при посеве с нормой высева семян

сорго 250 + амарант 750 тыс. шт/м<sup>2</sup> (вариант 2). Облиственность растений достигла у сорго 45,7%, у амаранта 36,5%, высота растений соответственно - 240,5 и 170,7 см, густота стояния растений - 24,5 и 43,6 шт/м<sup>2</sup>. Общее количество растений обеих культур здесь также было наибольшим (69,1 шт/м<sup>2</sup>) и превысило контроль на 3,6 шт/м<sup>2</sup>. На первый взгляд это превышение может показаться небольшим, но следует иметь в виду, что при пересчете на 1 га оно составит уже 36 тыс. шт/м<sup>2</sup>.

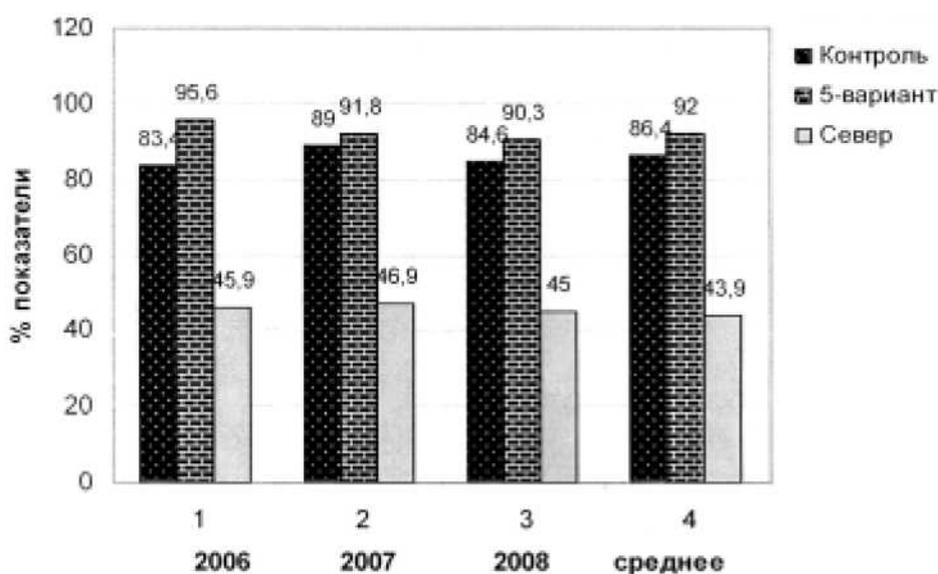
Хорошие результаты по густоте стояния растений показали посевы смеси культур с шириной междурядий 40 см и нормой высева семян сорго 250 + амарант 1000 тыс. шт/м<sup>2</sup>, а также сорго 250 + амаранта 750 тыс. шт/м<sup>2</sup> (вариант 3), которые были равны соответственно 66,4 и 65,9 шт/м<sup>2</sup>. Неплохие данные получены по ширококородному способу посева (60 см) и нормой высева семян сорго 250 + амаранта 500 тыс. шт/м<sup>2</sup> (65,3 шт/м). При этом по облиственности и высоте растений здесь зафиксированы вторые результаты данного опыта, которые составили у сорго соответственно 43,2% и 235,8 см, у амаранта - 35,5% и 166,3 см, с соответствующим превышением над контролем 4,1% и 1,1 см, 0,9% и 0,9 см.

В целом наиболее благоприятные условия для роста и развития растений создаются при совместном посеве сорго и амаранта ширококородным способом с междурядьями 60 см и нормой высева

семян сорго 250 + амаранта 750 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Для выращивания этих культур в смеси можно применять и способы посева с шириной междурядий 40 и 60 см при нормах высева семян сорго 250 + амаранта 500 тыс. шт/м<sup>2</sup>.

Уровни среднегодового урожая зеленой массы в сумме за 2 укоса в этом опыте были наиболее высокими при посеве смеси сорго и амаранта ширококородным способом (60 см) с нормой высева семян первой культуры 250 + второй культуры 750 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Поэтому только показатели по данному варианту для наглядности сопоставляются с контролем. Сумма урожая зеленой массы за 2 укоса совместного посева сорго и амаранта была разной в зависимости от условий года. Результаты сравнительного анализа указанных параметров приведены на рис.

У растений при увеличении ширины междурядий посева с 40 до 80 см усиливались темпы ростовых процессов. Это заметно проявлялось при ширококородном способе (60 см) посева с нормой высева семян сорго 250 + амаранта 750 тыс. шт/м<sup>2</sup>. При повышении нормы высева семян совмещаемых культур возрастает густота стояния растений, а масса их уменьшается. Эта зависимость сильнее выражалась у сорго по сравнению с амарантом. Выявленные закономерности создают предпосылки для формирования различной урожайности зеленой массы данной смеси при различных способах посева и нормах высева семян.



Среднегодовой урожай зеленой массы при ширококородном способе (60 см) посева с нормой высева семян сорго 250 + амаранта 750 тыс. шт/м<sup>2</sup> в сравнении с контролем

Для таких высокорослых культур, как сорго и амарант, междурядья 40 см оказываются слишком узкими, а 80 см - слишком широкими. В первом случае растения чрезмерно затеняются и препятствуют друг другу в максимально возможном проявлении генетических свойств. Поэтому растения теряют и в массе, и в питательности. Наиболее приемлемым же для возделывания смеси сорго и амаранта необходимо считать широкорядный способ посева с шириной междурядий 60 см.

Таким образом, самым оптимальным сочетанием в совместном посеве для сорго и амаранта оказались нормы высева семян соответственно 250 и 750 тыс. шт/м<sup>2</sup> и широкорядный способ посева с междурядьями 60 см, которые обеспечивают наиболее благоприятные условия для вегетации этих культур. При этом сумма среднегодового урожая зеленой массы достигает 91,9 т/га с прибавкой 7,5 т/га, или 8,9% по сравнению с контролем.

# Проблемы гидроэнергетики

УДК 621. 311. 21 (075.8)

А. А. ШАТАНОВ

## СУ ЖИНАҚТАУ ЭЛЕКТР СТАНСАЛАРЫ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ПАЙДАЛАНУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

Су жинақтау электр стансалары (СЖЭС) түнгі электр жүктемесі құлдырау кезеңінде помпы қондырғысы көмегімен жердің биіт белгілерінде су энергиясын жинақтап, кейін осы энергияны гидротурбина қондырғыларында энергия жүйесінің жүктеме графигінің толық шың бөлігін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Бұл мақалада алғашқы рет СЖЭС-ын бөгендерден жіберілген энергетикалық мақсаттағы, суды қайтарым-реттеу және жылу электр стансаларында жанармай үнемдеу ушт қолдану ұсынылған.

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) применяются для аккумуляирования водной энергии на высоких отметках земной поверхности с помощью насосной установки, работающей в периоды ночного провала электрической нагрузки и последующего ее использования на гидротурбинной установке для покрытия пиковой части графика нагрузки энергосистемы. Впервые предлагается использовать ГАЭС для компенсирующего регулирования пусков воды из водохранилищ энергетического назначения и экономии топлива на тепловых электростанциях.

Gidroakkumuliruyushee power stations are used for integer of accumulation water power on high indicating the terrestrial surface by means of pumping installation , working at periods of the night collapse of the electric load and the following her(its) use on gidroturbine installation for covering the peak part graphics loads of the power system. In article is for the first time offered use Gidroakkumuliruyushee power stations for integer deducting regulations flows water from pondage energy purpose and spare fuel on heat power station..

Су жинақтау электр стансалары (СЖЭС) электр энергетика жүйесінің жүктеме графигінің электр тұтыну мөлшері аз мерзімінде төменгі бьефтен (төменгі бассейн, төменгі өзен, төменгі көл ж.т.б.) жоғарғы бьефке (жоғарғы бассейн, жоғарғы су қоймасы ж.т.б.) помпы қондырғысының жұмысы арқылы белгілі бір су көлемін жинақтап, электр

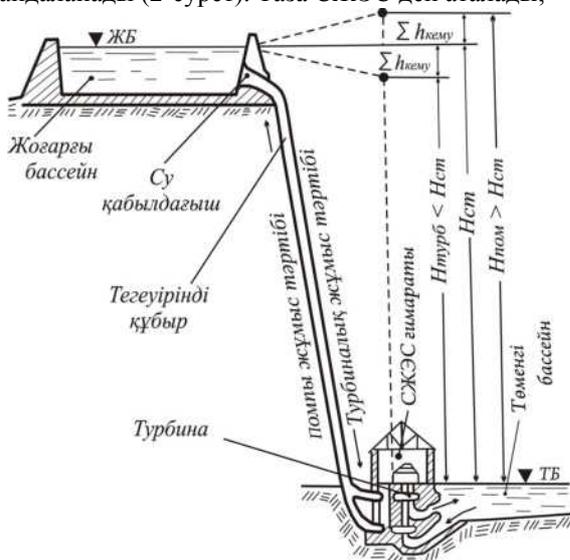
тұтыну мөлшері жоғары мерзімінде жинақталған су көлемін гидравликалық турбина арқылы төменгі бьефке ағызу арқылы электр энергиясын өндіру мақсатында қолданылады. СЖЭС құрылыс құрамы келесі: жоғарғы бассейн, су қабылдағыш, тегеуірінді су құбыры, СЖЭС ғимараты, төменгі бассейн, сым электр тарату желісі құрылыс нысандарынан тұрады (1-сурет).

1-сурет. Су жинақтау электр стансасының (СЖЭС) жалпы көрінісі



СЖЭС-тің жоғарғы бассейні биік төбелерде, биіктік белгісі жоғары сайларда (плотина құрылысымен), өзеннің немесе бөгеннің биік жағалауында, жылу және атом электр стансаларының су қоймаларында ж.т.б. құрылады. Төменгі бассейн рөлін су қоймасы, өзен, көл ж.т.б. орындай алады. Кейбір жағдайларда төменгі бассейн ретінде жер асты қуыстарын, мәселен жұмысы тоқтатылған көмір шахталарын қарастыруға болады. Су жинақтау электр стансалары жұмыс атқару схемаларына сәйкес келесі үш түрге бөлінеді;

бірінші түрі, *таза су жинақтау* электр стансасы, тек жоғарғы бассейнге жинақталған (помпы жұмысы арқылы) су көлемін электр энергиясын өндіруге (турбина жұмысы арқылы) пайдаланады (2-сурет). Таза СЖЭС деп аталады;



2-сурет. Таза су жинақтау электр стансасының (СЖЭС) схемасы

екінші түрі, *қосымша су жинақтау* электр стансасы, жоғарғы бассейнге помпы арқылы және қосымша өзен су ағынымен жинақталған су көлемін гидравликалық турбина арқылы электр энергиясын өндіруге пайдаланады (3 сурет.). Аралас СЭС-СЖЭС деп аталады;

үшінші түрі, *жекеленген су жинақтау электр стансасы*, жоғарғы бассейнге тегеуіріні төмен жеке-дара орналасқан помпы қондырғысымен жинақталған су көлемін тегеуіріні биік жеке-дара орналасқан турбина қондырғысымен электр энергиясын өндіруге пайдаланады (3-сурет, б). Жекеленген су жинақтау электр стансасы СЖЭС деп аталады. Егер жоғарғы (ΔЖБ) және төменгі (ΔТБ) бассейндердегі су деңгейлерінің биіктік белгілері белгілі болса, онда гидравликалық турбинаның тегеуіріні  $N_{турб}$ , помпы тегеуірінен  $N_{помпы}$  төмен болады ( $N_{турб} < N_{помпы}$ ), үйткені СЖЭС турбиналық жұмыс атқаруында (су қаблдағышта, тегеуірінді құбырда, жергілікті

кедергілерде т.т.) қосынды гидравликалық кему  $\Sigma h_{кему}$  статикалық тегеуіріннен азайтылады  $N_{турб} = N_{стат.} - \Sigma h_{кему}$ , ал помпылық жұмыс атқарғанда – статикалық тегеуірінге қосылады  $N_{помпы} = N_{стат.} + \Sigma h_{кему}$ . Қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған СЖЭС-тің (дүние жүзіндегі СЖЭС саны 200-ге таяу, ал олардың қосынды қуаты 25,0 млн кВт-қа жуық) тегеуіріні 20,0 м-ден 1700,0 м аралығында өзгереді. СЖЭС-тің тәжірибелік жағдайда анықталған пайдалы әсер коэффициенті (энергетикалық қондығылары мен энергетикалық гидротехникалық құрылымдарының)  $\eta_{СЖЭС} = 0,70=0,75$ .

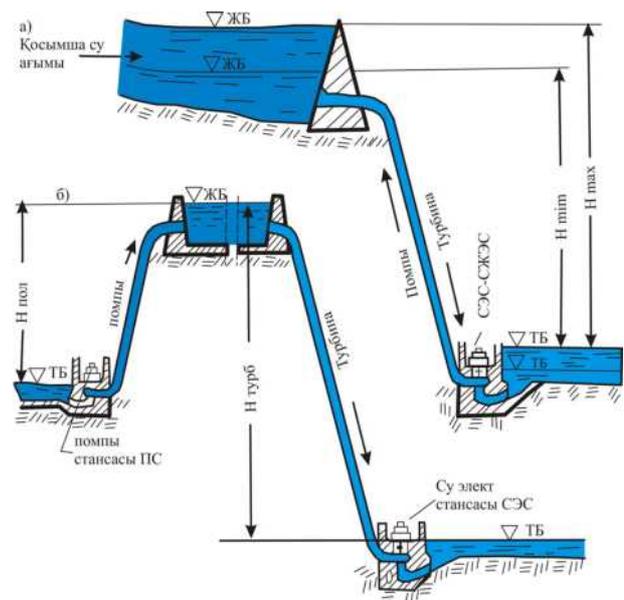
Қазақстанда электр энергетика саласының дамуы көлемі қайталанбайтын органикалық жанармай заттарын пайдалануға негізделген. Барлық жылу электр стансаларының (сондай-ақ атом электр стансасының да), көліктің энергетикалық қондырғыларының жұмысы органикалық табиғи жер байлығын (көмір, мұнай, газ, биологиялық жанармай, атом) жағу үдерісімен қамтамасыз етіледі.

Біріншіден, бұл жағу үдерісі келесі экологиялық зиянды әсерімен ерекшеленеді:

жағу үдерісі аяқталғандағы қатты түйіршікті қалдықтарымен (атом стансасында радиациялық қалдықтармен);

жағу үдерісі кезінде атмосфераға және гидросфераға қосымша жылу бөлінуімен;

жағу үдерісі кезінде атмосфераға көмірқышқыл газының бөлінуімен болады



3-сурет. Қосымша (а) және жекеленген (б) су жинақтау электр стансаларының схемалары

Барлық қатты түйіршікті және радиациялық қалдықтарды жинақтау, сақтау және қайта өңдеу проблемаларынан басқа кейінгі кезде климаттың жаһандық жылынуы экологиялық өзекті мәселерінің бірі болып саналады. Жаһандық жылыну атмосфераға қосымша жылу және көмірқышқыл газы әсерінен жер шарының жылыну мөлшерінің (күн сәулесі және басқа жылу көздерімен) «парник әсері» деп аталатын диссипация (шашырандану) үдерісінің бәсеңдеуі салдарынан болатындығы анықталған. Осы «парник әсерінен» кейінгі жылдары жер шарының төменгі атмосфера қабатының температурасының жылдық жоғарылау жылдамдығы әр жылда 0,0285оС шамасын құрады деп есептеледі (2001 ж. дерек). Кейбір өлшемдер бойынша қосымша жылу есептелген жағдайда атмосфераның жылдық температурасының жоғарылау жылдамдығы әр жылда 0,07оС-ге дейін көтерілуі мүмкін 0,07°С-ге дейін кетеруі мүмкін деген болжам келтіршеді. деген болжам келтіріледі. Эксперттердің есептеуіне қарағанда атмосфераға жылдық қосылатын көмірқышқыл газының 40%-жылу электр стансалары, 20% - транспорт, 13% - коммуналдық-тұрмыстық органикалық жанармай қолданатын экономика салаларының жұмыс әрекеттерінің салдары болып есептеледі. Дүниежүзілік органикалық жанармай тұтыну мөлшері 2030 жылға 60,0%-ға (жыл сайын мұнай тұтыну мөлшері 1,4%, газ-1,7%, көмір 1,6%-ға көбейіп отырады) ұлғаюы мүмкіндігін ескерсек, жаһандық климаттың жылулану проблемасының шешімін табу кезек күттірмейтін мәселе болып табылады.

Қазақстанда электр энергиясын өндіру қарқыны келесі бағытта өзгеріп келеді: 2001 жылы  $49,5 \cdot 10^9$  кВт•сағ., 2003 жылы  $-63,7 \cdot 10^9$  кВт•сағ., 2004 жылы  $-66,9 \cdot 10^9$  кВт•сағ., 2007 жылы  $-74,0 \cdot 10^9$  кВт•сағ., ал 2015 жылы  $-105 \div 110 \cdot 10^9$  кВт•сағ-тан (1990-жылғы деңгей  $104 \cdot 10^9$  кВт•сағ. болған) асуы мүмкін. Егер осы электр энергиясы негізінде жылу электр стансаларында өндірілетін (88%-ға дешін) ескерсек, келешекте Қазақстанның климаттың жаһандық жылынуына қосатын үлесі де көбейетіні анық. Бірақ, дүниежүзшк мемлекеттердің келісімі ратификациялаған Киот протоколының шешімі электр энергиясының жанармай жағу жолымен өндірілетін шектейтін белгісі. Сондықтан электр энергетика саласына келемі үнемі қайталанып отыратын, климаттың өзгеруіне әсер етпейтін энергетика кездерші іздестіру және кен пайдалану шарттары қойылып отыр.

Екіншіден, бұл жағу процесіне электр стансаларының қуатының электр энергетика

жүйесінің тәуліктік жүктеме графигіне сәйкес өзгеріп отыруын тез қамтамасыз ету талабы қойылады. Осы талапқа сәйкес электр стансаларының қуатының өзгерімділік қабілеті келесі көрсеткіштермен сипатталады:

- электр стансасының агрегаттарын іске қосу және тоқтату уақытымен;

- тұтынушылардың электр энергиясын пайдалану тәртібіне сәйкес электр энергиясының жүктемесін қабылдау және ажырау жылдамдығымен;

электр стансасының қуатын реттеу аралығының көрсеткішімен —  $\square = \frac{N_{max} - N_{min}}{N_{max}} \cdot 100\%$ .

Қазақстанның энергетика жүйесінде жұмыс атқаратын электр стансалары үшін жоғарыдағы көрсеткіштерді төменде көрсетілген деректерге сәйкес қабылдауға болады.

Іске қосу уақыты:

СЭС (су электр стансасы) үшін, электр тұтыну жүктемесін толық қабылдау уақытын қосқанда — 0,5÷4,0 минут, ал ыстық-дайын тұрғысынан — 0,25 ÷0,5 минут;

- СЖЭС үшін, турбиналық жұмыс тәртібінде электр тұтыну жүктемесін толық қабылдау уақытын қосқанда — 0,5÷2,0 минут, ал ыстық-дайын тұрғысынан — 0,25 ÷0,5 минут;

- ЖЭС (жылу) және АЭС (атом) үшін, электр тұтыну жүктемесін толық қабылдау уақытын қосқанда — 120,0÷180,0 минут, ал ыстық-дайын тұрғысынан — 20,0 ÷40,0 минут;

- ГТЭС (газды турбиналық электр стансасы) үшін, электр тұтыну жүктемесін толық қабылдау уақытын қосқанда — 15,0÷30,0 минут, ал ыстық-дайын тұрғысынан — 0,5 минут.

Тоқтату уақыты:

- СЭС және СЖЭС үшін бағыттау аппаратының жабылу уақытымен - 0,25÷0,5 минут;

- ЖЭС, АЭС және ГТЭС үшін, тәулік ішінде жұмысын тоқтату мүмкін емес.

Реттеу аралығының көрсеткіштері:

- СЭС үшін, бір тәулік ішінде қуаты 0-ден толық қуатына дейін өзгере алады, ;

- СЖЭС үшін, бір тәулік ішінде, турбина және помпы жұмыс тәртіптерін қосқанда, қуаты 0-ден толық қуатына дейін өзгере алады;

- ЖЭС және АЭС үшін, бір тәулік ішінде қуаты 50,0÷70,0% - нан толық қуатына дейін өзгере алады;

- ГТЭС үшін, бір тәулік ішінде қуаты 10,0%-нан толық қуатына дейін өзгере алады, .

Су электр стансаларының, экологиялық таза, келемі қайта толықтырылып отыратын су энергиясын пайдалануы және жұмыс тәртібін тез өзгерте алатын мүмкіндік (әсіресе СЖЭС-тің), оларды электр энергетика жүйесінде келесі бағыттарда қолдану тиімділігін туғызады:

электр энергетика жүйесінің тәуліктік электр жүктеме графигінің толық шың бөлшегін қамтамасыз етуге;

электр энергетика жүйесінің электр жүктемесін қарқынды өзгеруінде (тұтынушылар қосылып-ажыраған кезде қуаттын қысқа мерзімде жоғарылауы мен төмендеуі) қуат мөлшерін реттеуге;

апаттық жағдайда электр энергетика жүйесін қуатпен тез қамтамасыз етуге және сым электр тарату желісінде электр тогының жиілігін (50,0 Герц) тұрақты ұстауға;

электр энергетика жүйесінде реактивті қуат және энергия көзі ретінде пайдалануға;

ЖЭС және АЭС-тің жұмыс тәртібін тұрақтандыруға (әсіресе су жинақтау электр стансасы) және қосымша жанармай үнемдеуге.

Су жинақтау электр стансалары электр энергетика жүйесінде келесі мақсаттарда қолданылады: тәуліктік электр жүктемесін толық шың бөлшегінде жұмыс істеуі үшін;

тәуліктік электр жүктемесінің түнгі сағаттардағы минимумын жоғарлату үшін;

тез іске қосылып қысқа мерзімде жұмыс істейтін апаттық резерв үшін;

электр энергетика жүйесін  $\cos \phi$  көрсеткішін жақсартып, синхронды компенстор ролін атқару үшін.

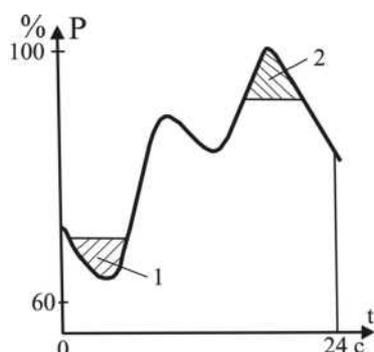
СЖЭС-ті электр энергетика жүйесінде түнгі жүктеме аз мерзімінде помпы тәртібінде жұмыс істеп, түнгі минимумды жоғарылатады және кеші жүктеме жоғары мерзімінде турбина тәртібінде жұмыс істеп, кеші максимумды төмендетеді де жылу және атом электр стансаларының жұмысын тәулік ішінде бірқалыпты атқаруына себеп болады (4-сурет).

Электр энергетика жүйесінде жылу (атом) электр стансаларының үлесі жоғары елдерде (Қазақстанда 88% құрайды) ЖЭС-тің агрегаттық техникалық минимум деп аталатын ыстық-бу параметрлері тунп тұтынушылардың жүктемесінен жоғары болуы жш кездеседі. Бул жағдайда тунп сағаттарда помпы қондырғысының жұмысы жылу электр стансаларының техникалық шектеулі жұмыс тәртібі қамтамасыз ете алады. Сонымен қатар, электр энергетика жүйесінде тәуліктік жүктеме графигі күрт жоғарылайтын болса (қуатты тұтынушылар бірден соң бірі тез қосылғанда), жүктеме графигінің жоғарылау жылдамдығынан жылу электр стансаларының қуатының жоғарылау жылдамдығы төмен болуы мүмкін. Бул жағдайда, электр тогының сапасын сақтап тұру үшін (ток жиілігі 50 Герц) СЖЭС энергетика жүйесінің жүктеме графигінің жоғарылау барысында турбиналық тәртібінде жұмыс істей бастайды. Керісінше, жылу электр стансаларының агрегаттарының қуатының төмендеу жылдамдығы электр тұтынушылар жүктемесі графигінің төмендеу жылдамдығынан аз болуы мүмкін. Бул жағдайда, электр тогының сапасын сақтап тұру үшін (ток жиілігі 50 Герц), тұтыну жүктемесі төмендей бастағанда СЖЭС помпы тәртібінде жұмыс істей бастайды (5-сурет). СЖЭС-тің бір тәулік ішінде 2÷5 сағат турбиналық тәртібімен, 6÷7 сағат помпы тәртібімен жұмыс істеуі экономикалық тиімді болады. Сонымен СЖЭС-тің жұмыс тәртібі жылу электр стансаларының жұмысын келесі себептермен жақсарты алады:

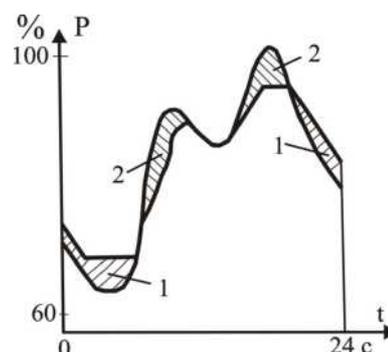
жылу электр стансасының тәуліктік жүктеме графигінің минималды маңсасын жоғарылатып, максималды маңсасын төмендету;

жылу электр стансасының жүктеме графигінің жоғарылау және төмендеу жылдамдықтарын баяулату.

Қортындылай келгенде, СЖЭС-тің жұмысы нәтижесінде жылу электр стансаларының жұмыс тәртібі біркелкіленеді де меншікті (1 кВт қуатына шаққандағы) органикалық жанармай шығыны



4-сурет.  
СЖЭС тәуліктік жұмыс тәртібі.  
1 — помпы жұмыс тәртібі; 2 — турбина жұмыс тәртібі



5-сурет.  
СЖЭС тәуліктік жұмыс тәртібі.  
1 - помпы жұмыс тәртібі; 2 - турбина жұмыс тәртібі

азаяды және энергетика жүйесіне экологиялық таза электр энергиясын өндіріп, жылу электр стансаларының қажетті қуатын төмендетеді.

Су электр стансасының үлесі жоғары елдердің (Қырғызстан, Тәжікстан т.т.) электр энергетика жүйесінде СЖЭС-ті пайдаланған жағдайдағы энергетика жүйесінің тәуліктік жүктеме графигінің біркелкшенуі, осы жүктеме графигін қамтамасыз ететін СЭС-тің су қоймасында жинақталған пайдалы су келемші (әсіресе кешенді су қоймаларының) тиімді жұмсалыуына әсер етеді. Мәселен, Қырғызстанда Нарын өз. көпжылдық су ағымын реттейтін кешенді (электр өндіру, суармалы жерлер т.т.) су қоймасымен жабдықталған Токтагул СЭС-1 орналасқан. Токтагул СЭС-тің орнатылған қуаты  $N = 1200,0$  МВт, есептемелж тегеуірші  $H_{есм} = 170,0$  м, энергетикалық қондырғыларының (турбина-генератор) пайдалы әсер коэффициенті  $\eta_{жк} = 0,85$  болғанда, Қырғызстан электр тұтынушыларының (келіміс шарт бойынша басқа да елдердің тұтынушылары болуы мүмкін) қысқы тәуліктік графигінің кеші максималды мағнасын толық қамтамасыз ету мақсатында Токтагул СЭС-1 бір тәулік ішінде 2—3 сағат мерзімінде барлық орнатылған қуатымен жұмыс істегенде, гидравликалық турбиналарының максималды ағынды су шығыны  $Q_{\max.тәулік}$  келес мағнада есептеледі

$$Q_{\max.тәулік} = \frac{N_{орн}}{9,81H_{есм}\eta_{жк.}} = \frac{1200000}{9,81 \cdot 170 \cdot 0,85} = 846,5 \text{ м}^3/\text{с} \approx 800,0 \div 850,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Қырғызстанның электр энергетика жүйесінің тәуліктік жүктеме графигінің минималды коэффициентін  $\beta = 0,35 \div 0,5$  аралығында қабылдасак ( $\beta = 0,35$  — экономика саласында әлеуметтік-тұрмыстық тұтынушылар үлесі ауыр-өнеркәсіп тұтынушыларынан басым болғанда;  $\beta = 0,5$  — әлеуметтік-тұрмыстық тұтынушылар үлесі ауыр-өнеркәсіп тұтынушылары үлесімен қатарлас болғанда), түнгі тұтынушылар аз 4-6 сағат мерзімінде Токтагул СЭС-тің гидравликалық турбиналарының ағынды су шығыны келесі мағнада есептеледі

$$Q_{\min.тәулік} = \frac{\beta \cdot N_{орн}}{9,81H_{есм}\eta_{жк.}} = \frac{(0,35 \div 0,5) \cdot 1200000}{9,81 \cdot 170 \cdot 0,85} = 296,3 \div 423,3 \approx 300,0 \div 450,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Қысқы мерзімде бір тәулік ішінде Токтагул СЭС-тің төменгі бьефшде  $300,0$ -ден  $800,0 \text{ м}^3/\text{с}$

аралығында ағынды су шығыны қалыптасады. Бұл жағдай, біріншіден, Қазақстанда Сырдария өзенінің бойында (Нарын өзені Сырдария өзенінің қосымша саласы болғандықтан) қысқы тасқын су пайда болуына; екіншіден, Токтагул көпжылдық су қоймасының пайдалы келемші интен-сивт жұмсалыуына әкелш соғады. 2003—2005 жылдардағы Токтагул су қоймасынан электр энергиясын тұтынушыларды қамтамасыз ету мақсатында теменп бьефке ағызылған су келемші кептшнен ( $500,0 \div 700,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ) Қазақстанда Сырдария өзенінің бойында тасқын суы қаптап, экономикалық зияға ұшыратканы белгілі. Сонымен қатар, бұл жылдары Токтагул бегенші пайдалы келемі толық жұмсалып, ал келес келетш жылдар су тапшылық жылдары болса, онда Токтагул бегенші пайдалы келемші жинақтап-толықтыру мүмкін болмай шығады да, Қырғызстанда қысқы электр энергия тапшылығы пайда болады, ал Қазақстанда жазғы суару су көлемі азаяды.

Екінші бір мысал, Қазақстанда Ертіс өз. көпжылдық су ағымын реттейтш кешенді (электр өндіру, су тасымалдау жолы, балық шаруашылығы т.т.) су қоймасымен жабдықталған Бұқтырма СЭС-1 орналасқан. Бұқтырма бөгеінен пайдалы келемі қысқы мерзімде электр энергиясын толық өндіру мақсатында кеп жұмсалы салдарынан, кектемп мерзімде теменп бьефке су ағызу келемі азаюы мүмкш. Бұл жағдай Бұқтырма бөгеінен төмен орналасқан Ертіс өз. бойындағы ауыл шаруашылығына, сондай-ақ, балық шаруашылығына пайдаланатын су жайылым алқаптарының кектемп суландыру денгешші темендеуше себеп болады да, мал жайылым ешмдшш және балықтардың урыктаныпесу жағдайларын нашарлатады. Көпжылдық кешенді бегендері бар энергетикалық су имараттарын пайдалануда СЖЭС жоғарыдағы кемшшктерді болдырмауға себеп болады, уйткеш СЖЭС энергетика жүйесінің тәуліктік электр жүктеме графигінің тунп минималды мерзімінде жылу электр стансаларының электр энергиясын пайдаланып, помпы жұмысымен жоғарғы бьефке су келемші жинақтайды да, тәуліктік электр жүктеме графигінің кешкі максималды жүктеме мерзімшде СЭС-тің орнына электр энергиясын өндіріп, оның қысқы ағынды су шығынын азайтады, демек бегенде белгілі су көлемі сақталып қалады және СЭС-тің жұмыс тәртібі біркелкшенеді.

Су жинақтау электр стансаларының негізгі көрсеткіштері электр энергетика жүйесінің тәуліктік жүктеме графигінің толық шың бөлшегінде жұмыс істей алатын конденсациялық жылу электр

География және геоэкология мәселелері

стансаларының, (КЭС), газды-турбиналық электр стансаларының, (ГТЭС) және су электр стансаларының (СЭС) көрсетіштерімен техника-экономикалық салыстыру негізінде анықталады. СЖЭС-тің негізгі көрсетіштер турбиналық жұмыс тәртібінде тәуліктік жүктеме графигінің шың бөлшегіндегі максималды қуаты ( $N^{ЖЭС}$ ) және өндірілетін электр энергиясы ( $\mathcal{E}^{СЖЭС}$ );

помпылық жұмыс тәртібінде тәуліктік жүктеме графигінің базис және жартылай шын бөлшегіндегі максималды қуаты ( $N^{ПОМ}$ ) және тұтынатын электр энергиясы ( $\mathcal{E}^{ПОМ}$ );

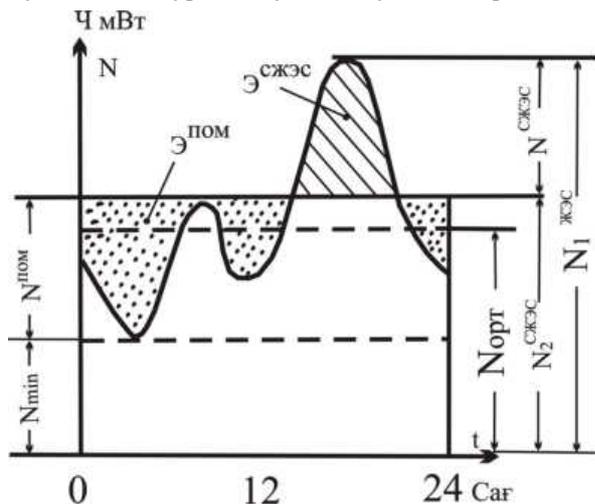
СЖЭС-тің пайдалы эсер коэффициенті ( $\eta^{СЖЭС}$ ); су жинақтау тәуліктік қоймасының пайдалы көлемі ( $W^{СЖЭС}$  пайд);

СЖЭС-тің турбиналық және помпылық жұмыс тәртіптеріндегі жұмыс атқару уақыттары.

Электр энергетика жүйесінде тәуліктік жүктеме графигінің электр стансалардың (ЖЭС, СЭС, СЖЭС ж.т.б.) жұмыс тәртібін келесі варианттарын қарастыруға болады:

бірінші вариант, жылу электр стансалары (ЖЭС) тәуліктік жүктеме графигін толығымен қамтып жұмыс істейді, демек электр энергетика жүйесінде орнатылған ЖЭС-тің қуаты  $N_{орн}^{ЖЭС} = N_1^{ЖЭС}$ , ал  $\mathcal{E}^{ПОМ} = \mathcal{E}^{СЖЭС} = 0$ -ге тең болады (6-сурет). Бұл жағдайда ЖЭС тәуліктік жүктеме графигінің толық және жартылай шын бөлшектерінде өзгерімділігі жоғары қуатпен жұмыс атқаруға мәжбүр болады. Соның салдарынан ЖЭС-те жанармай темені тиімділікпен пайдаланылады да, өндірілетін электр энергиясының есептік қуы жоғары болады;

екінші вариант, жылу электр стансалары (ЖЭС) тәулік ішінде тұрақты қуатпен жұмыс атқарады,



6-сурет. ЖЭС және СЖЭС тәуліктік жүктеме графигіндегі бірігіп жұмыс атқару схемалары

Вопросы географии и геоэкологии

ал тәуліктік жүктеме графигінің жоғарғы бөлшегін су жинақтау электр стансасы (СЖЭС) қамтамасыз етеді, демек электр энергетика жүйесінде

орнатылған ЖЭС-тің қуаты  $N^{ЖЭС} = N_2$ , ал  $\mathcal{E}^{ЖЭС} = \mathcal{E}^{ПОМ}$ .  $\eta^{СЖЭС}$  тен болады (6-сурет). Бұл жағдайда ірі біріккен энергетика жүйесінде су жинақталған су электр стансаларына тек базистік жұмыс орны тиіс болып қалады. Сондықтан екінші вариант тәжірибелік тұрғыда сирек қолдану табады;

үшінші вариант, жылу электр стансалары (ЖЭС) және су жинақтау электр стансалары (СЖЭС) электр энергиясының тәуліктік жүктеме графигінің өзара тиімді орналасады. Бұл жағдайда жылу және су жинақтау электр стансаларының электр энергиясының тәуліктік жүктеме графигінің орналасуының әртүрлі варианттарын өзара техника-экономикалық салыстыру есептемелері нәтижесі

бойынша тәуліктік жүктеме графигінің нақты жұмыс атқару орындары анықталады. Су жинақтау электр стансалары (СЖЭС) жобалауда олардың келесі есептік тәжірибелік ескермеуге болмайды:

су электр стансаларымен (СЭС) салыстырғанда су жинақтау электр стансаларының (СЖЭС) құрылысына жұмсалатын капитал (инвестиция) мөлшері біршама төмен болады (кесте). Егер СЖЭС-тің орнатылған 1 кВт қуатына жұмсалатын меншікті капитал мөлшері 100% деп қабылдасақ, онда, шет елдердің деректері бойынша, СЭС-ке жұмсалатын меншікті капитал 211%-ды құрады. Демек орнатылған қуаттары бірдей СЖЭС-ке жұмсалатын капитал мөлшері СЭС-ке жұмсалатын капитал мөлшерінен 2-3 есе аз болады;

су электр стансаларымен салыстырғанда (СЭС) СЖЭС-те жол және имараттар орналасуына шектешетін жер ауданы ете төмен болады (кесте);

жылу электр стансаларымен салыстырғанда (ЖЭС) су жинақтау электр стансасы (СЖЭС) экологиялық таза және экономикалық тиімді болады.

Су жинақтау электр стансасының жұмыс атқару тәртібі. Помпылық жұмыс тәртібінде СЖЭС-те орнатылған помпы агрегаттарының қуаты келесі формуламен есептеледі:

$$N^{ПОМ} = \frac{9,81 Q_{ном} H_{ном}}{\eta_{э.к.пом.}} \quad (1)$$

Жұмсалатын қаржы түрлері	Орнатылған 1 кВт қуатқа жұмсалатын меншікті қаржы, %		
	СЖЭС	СЭС	ЖЭС
Энергетикалық қондырғылар			
(турбина, помпы, генератор, трансформатор ж.т.б.)	49,0	24,0	72,0
Гидротехникалық имараттар	42,0	60,0	10,0
Құрылыс бөлшегі (ғимараттар)	8,0	8,0	18,0
Жол және имараттар (гидротехникалық имараттар, су қоймалары, ғимараттар ж.т.б.) орналасуына шектелген жер ауданы	<1,0	8,0	<1,0

мұнда  $Q_{ном}$  - помпы қондырғысымен жоғарғы бассейнге қотарылатын ағынды су шығыны;  $H_{ном}$  - помпы қондырғысының тегеуіріні,  $H_{ном} = H_{ст} + \sum h_{кему}$  (2 сурет);  $\eta_{э.к.пом.}$  - помпы энергетикалық қондырғыларының (помпы және электр қозғалтқыш) пайдалы әсер коэффициенті (п.э.к.),  $\eta_{э.к.пом.} = \eta_{пом.} + \eta_{эл.козг.}$ .  
 Помпы су энергетикалық қондырғысының тұтынатын электр энергия мөлшері  $\mathcal{E}^{ПОМ}$  белгілі болғандықтан (тәуліктік жүктеме графигінен) жоғарғы бассейнің пайдалы су көлемін келесі теңдеуден таба аламыз:

$$\mathcal{E}^{ПОМ} = \frac{1}{367,2} \int_0^{W_{най\delta}} H_{ном} \eta_{э.к.пом.} \cdot dW \quad (2)$$

Егер  $H_{ном} = const$  және  $\eta_{э.к.пом.} = const$  (орташа мағналарын қабылдағанда) болатынын ескерсек:

$$W_{най\delta} = \frac{367,2 \mathcal{E}^{ПОМ}}{H_{ном} \eta_{э.к.пом.}} \quad (3)$$

Турбиналық жұмыс тәртібінде СЖЭС-те орнатылған турбина агрегаттарының қуаты келесі формуламен есептеледі:

$$N^{СЖЭС} = 9,81 Q_{турб} H_{турб} \eta_{э.к.турб} \quad (4)$$

мұнда  $Q_{турб}$  - турбина қондырғысының төменгі бассейнге ағынды су шығыны;  $H_{турб}$  - турбина қондырғысының тегеуіріні,  $H_{турб} = H_{ст} - \sum h_{кему}$  (2 сурет);  $\eta_{э.к.турб}$  - турбина энергетикалық қондырғыларының (турбина және генератор) пайдалы әсер коэффициенті (п.э.к.),  $\eta_{э.к.турб} = \eta_{турб} \eta_{генер.}$ .  
 Турбина су энергетикалық қондырғысы өндіретін электр энергия мөлшері  $\mathcal{E}^{СЖЭС}$  төмендегі теңдеумен анықталады:

$$\mathcal{E}^{СЖЭС} = \frac{1}{367,2} \int_0^{W_{най\delta}} H_{турб} \cdot \eta_{э.к.турб} \cdot dW \quad (5)$$

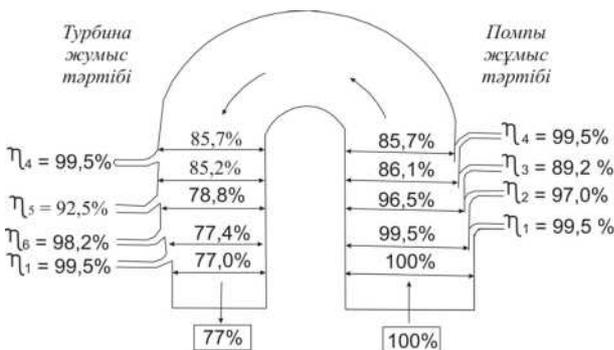
Егер  $H_{турб} = const$  және  $\eta_{э.к.турб} = const$  (орташа мағналарын қабылдағанда) болатынын ескерсек:

$$\mathcal{E}^{СЖЭС} = \frac{W_{най\delta} H_{турб} \cdot \eta_{э.к.турб}}{367,2} \quad (6)$$

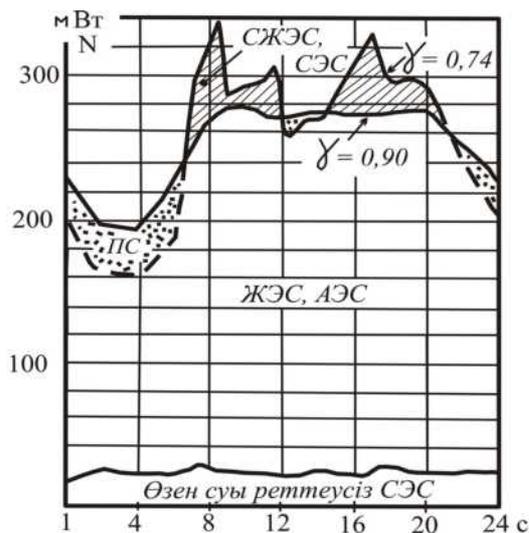
Турбиналық жұмыс тәртібінде СЖЭС бір тәулік ішінде 2-5 сағат жұмыс істегенде, бір жыл ішінде орнатылған қуатпен  $N^{СЖЭС}$  жұмыс істеу уақыты 1000÷1500 сағат мөлшерін құрады.

Помпылық жұмыс тәртібінде СЖЭС бір тәулік ішінде турбиналық жұмыс тәртібімен салыстырғанда ұзақ мерзім (6-7сағат) жұмыс істейтіндіктен, турбинаның ағынды су шығыны помпының ағынды су шығынынан жоғары ( $Q_{турб} = Q_{помп}$ ), ал, соның салдарынан, турбина жұмыс тәртібіндегі қосынды гидравликалық тегеуірін кемуі помпы жұмыс тәртібіндегі қосынды гидравликалық тегеуірін кемуінен көп болады.

Толық шындық су және су жинақтау электр стансаларының (СЭС, СЖЭС) Алмания мемлекетінің жеке Аймақтық энергетика жүйесінің тәуліктік жүктеме графигіндегі жұмыс атқаруларының жылу және атом электр стансаларының (ЖЭС, АЭС) тәуліктік жүктеме графигіндегі жұмыстық тәртібіне тиімді әсерін мысалға келтіруге болады (8 сурет). Егер осы тәуліктік жүктеме графигі тек ЖЭС (АЭС) қамтамасыз ететін



7-сурет. СЖЭС-тің электр энергиясын тұтыну және ендару балансы (Вианден СЖЭС деректері бойынша, Люксембург).  $\eta_1$  — трансформатор п.э.к.;  $\eta_2$  — электр қозғалтқыш п.э.к.;  $\eta_3$  — помпының п.э.к.;  $\eta_4$  — тегеуірдің кубырын п.э.к.;  $\eta_5$  — турбинаның п.э.к.;  $\eta_6$  — генератордың п.э.к.



8-сурет. СЖЭС және СЭС қатысуымен  
Алмания энергетика жүйесінің тәуліктік  
электр жүктеме графигі

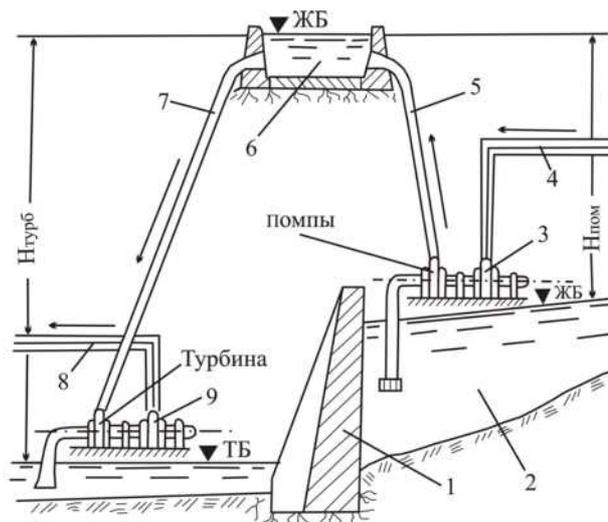
болса, онда тәуліктік графигінің жүктеме толықтық коэффициенті мағнасын құрады, ал тәуліктік жүктеме графигінің толық шың бөлшегін СЖЭС және СЭС қамтамасыз еткен жағдайда тең болып, жылу электр стансаларының (ЖЭС, АЭС) тәуліктік жұмыс тәртібі біркелкіленеді.

Қазақстанда электр энергетика жүйесін жетілдіру және су қорын тиімді пайдалану мақсатында келесі ұсыныстарды атап өту қажет:

- Қазақстанның барлық территориясын қамтытатын және бірімен-бірі тұйық-шенберлі сым электр тарту желісімен (СЭТ) қосылған әртүрлі электр стансаларын (ЖЭС, АЭС, ГТЭС, СЭС, СЖЭС) құратын Бүкілқазақстандық біріккен энергетика жүйесін құру;

сәйкес қуатының жоғары өзгерімділігімен жұмыс істей алатын су электр стансаларының (СЭС) құрылысын дамыту;

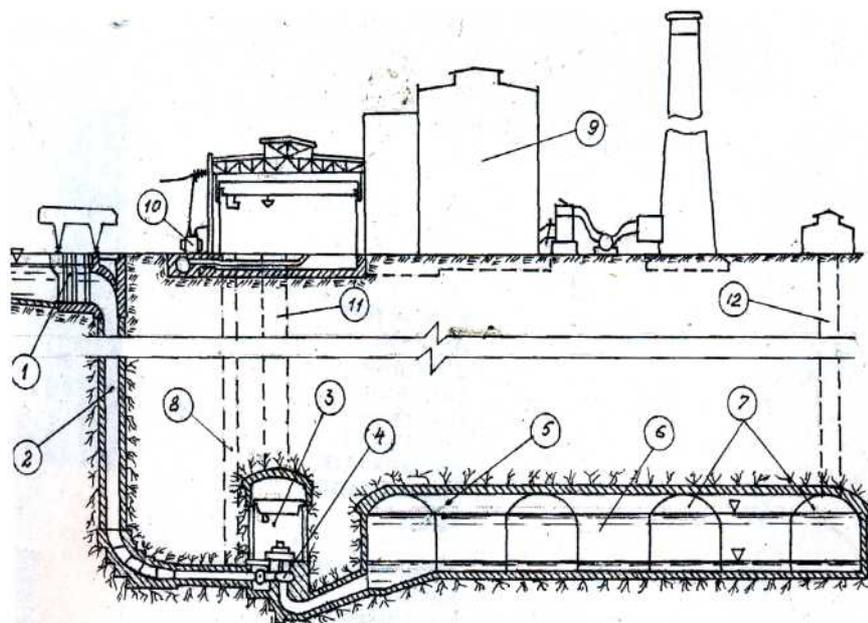
- көпжылдық су ағымы реттелген қоймаларымен жабдықталған ірі энергетикалық кешенді гидротүйіннің (Қазақстанда - Бұқтарма СЭС, Қапшағай СЭС; Қырғызстанда - Тоқтағұл СЭС) пайдалы су көлемін экономика және экология талаптарына сәйкес тиімді пайдалану. Мәселен, жоғарыда аталып кеткен Тоқтағұл СЭС-тің су қоймасының пайдалы көлемін тиімді пайдалану Қырғызстанда Талас өз. бойында салынған су қоймасында арнайы СЖЭС-тің құрылысын орнықтыру жолымен іске аса алады (9 сурет). Киров су қоймасының жоғарғы биіктігінен помпы қондырғысымен Қазақстандағы Жамбыл ЖЭС-тің түнгі электр жүктемесі төмен кездегі электр энергиясын пайдаланып, қойманын биік



9-сурет. Жекешеленген Киров СЖЭС-1н жобалау схемасы. 1 — плотина; 2 — Киров су қоймасы;  
3 — электр қозғалтқыш; 4 — Қдзақстан Жамбыл ЖЭС-тен сым электр тарту желісі;  
5, 7 — тегеуіршіл кубырлар; 6 — жоғарғы бассейн;  
8 — Қырғызстан электр энергетика жүйесіне қосатын сым электр тарту желісі; 9 — генератор

жағалауында орналасқан жоғарғы бассейнге есепті мөлшердегі су көлемі жинақталады. Осы жинақталған су көлемі Қырғызстанда кешкі электр жүктемесі жоғары кезде турбина қондырғысымен электр энергиясын өндіруге жұмсалады. Киров СЖЭС-тің жұмысы Қазақстанда Жамбыл ЖЭС-тің тәуліктік электр жүктеме графигін түнгі минимумды жоғарылату жолымен біркелкілендіреді, Қырғызстанда тәуліктік электр жүктеме графигінің кешкі толық шың бөлшегін төмендетіп, Тоқтағұл су қоймасынан ағынды су шығынын азайтады. Осының нәтижесінде Жамбыл ЖЭС-те жанармай үнемденіп, электр энергиясының өзіндік құны төмендейді, ал Тоқтағұл СЭС-те пайдалы су көлемі үнемденіп, жазғы вегетация кезінде басқа мақсатта қолдану таба алады. Сондай-ақ, ұқсас жекешеленген СЖЭС-ті Бұқтарма, Қапшағай су қоймаларына пайдалану мүмкіндігін жоққа шығаруға болмайды;

Қарағанды индустриалды облысында электр энергиясының мұқтаждығы, әсіресе, аймақтық тәуліктік электр жүктеме графигінің толықтық коэффициентінің төмен мағнасы Қарағанды қаласында жылу электр стансасымен (ЖЭС) бірге су жинақтау электр стансасын (СЖЭС) құруды ұсынудың негізі бола алады (10 сурет). Бұл



10-сурет. Теменп бассейт жер астында орналасқан ЖЭС-СЖЭС кешенді құрылыс схемасы.

- 1 — су қабылдағыш; 2 — тегеуіршіл құбыр; 3 — СЖЭС ғимараты; 4 — турбина-помпы қондырғысы;  
 5 — теменп бассейн; 6 — бұтш жер бөлшектері; 7 — галереялар; 8 — электр тарату шахтасы;  
 9 — ЖЭС ғимараты; 10 — электр тарату қондырғысы; 11 — жүк тасымалдау шахтасы; 12 — аэрация шахтасы

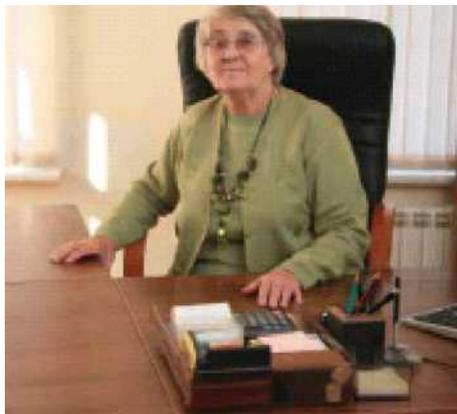
ЖЭС–СЖЭС кешеніне су канал арқылы жеткізеді де су қабылдағыштан 1 өтіп тегеуірінді құбыр 2 арқылы жер астында орналасқан СЖЭС ғимаратындағы 3 турбина-помпы қондырғыларында 4 пайдаланылады. Төменгі бассейн 5 аэрация шахтасымен 12 жабықталған, аралары бүтін қалдырылған жер бөлшектерімен 6 бөлінген, жер астындағы галереялар 7 жүйесін құрады. СЖЭС электр тарату желісі вертикал орналасқан электр тарату шахтасымен 8 жер бетінде орналасқан ЖЭС–тің 9 электр тарату желісіне 10 қосылады, ал құрылыс–монтаж және жөндеу жұмыстары вертикал жүк тасымалдау шахтасы 11 арқылы жүргізіледі. Бұл жылу және су жинақтау электр стансаларының өзара орналасу схемасында сым электр тарату желісі қысқарады, ЖЭС-СЖЭС кешенінің қысқы мерзімдегі жұмыс үдерісі жақсартылады, құрылыс-монтаж жұмыстары бір жерде орындалатындықтан қосымша қаржы (жол жүйесіне, құрылысқа қажетті коммуникацияларға ж.т.б.) үнемделеді. Сондай-ақ, әдетте жер астының грунттың көпшілік жерде бірдей-қатты жартасты болатындықтан, шет елдерде салынған жер асты СЖЭС-тің жобаларын пайдалану мүмкіндігі туады.

Қазақстанда атом энергетикасының даму бағдарларына сәйкес жер асты су жинақтау электр стансасын (СЖЭС) атом электр стансасымен (АЭС) бірге орналастыру қажет деп тұжырымдауға болады. Мәселен Ұлыбританияда қуаты 300 МВт құратын Фестиниог СЖЭС-і атом электр стансасымен бірге жобаланған. Бұл АЭС-СЖЭС кешенді құрылыс схемасы жоғарыдағы 10 суреттегі ЖЭС-СЖЭС кешенді схемасына ұқсас болады.

#### ӘДЕБИЕТ

1. Гидроэлектрические станции / Под ред. Ф. Ф. Губина. М.: Энергия, 1972. 50 с.
2. Гидроэнергетические установки / Под ред. Д. С. Ща-велева. Л.: Энергия, 1972. 301 с.
3. Шатанов А.А., Касенов К.М., Тажигулова Б.К. Энерго-экономические вопросы защиты от чрезвычайных ситуаций в зоне Нарын-Сырдарьинского бассейна // Труды 6-й международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы: КазНТУ, 2004. Ч. II. 122 с.
4. Шатанов А.А., Тажигулова Б.К., Қуканов Р.А. Экологические аспекты проблемы использования ресурсов рек Нарын-Сырдарьинского бассейна // Вестник КазГАСА. Алматы, 2004. № 3-4. 213 с.

## Юбилеи



### ВКЛАД Г. В. ГЕЛЬДЫЕВОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКУЮ НАУКУ КАЗАХСТАНА

Галина Викторовна Гельдыева крупный ученый географической науки Казахстана родилась 29 октября 1939 г. в Караганде в семье горного инженера. После окончания в 1961 г. кафедры физической географии геолого-географического факультета Ростовского-на-Дону государственного университета была направлена как молодой специалист на работу в Академию наук Казахской ССР. В становлении молодого специалиста-географа огромную роль сыграл президент АН КазССР, академик К. И. Сатпаев, который посоветовал поступить на работу в Сектор географии. И уже в 1962 г. по его рекомендации Г. В. Гельдыева стала первым казахстанским стажером кафедры геохимии ландшафтов и географии почв Московского государственного университета.

Увлечение Г. В. Гельдыевой ландшафтным направлением началось с 1962 г., когда в Секторе географии Академии наук Казахской ССР была организована первая тематическая ландшафтная группа, возглавляемая кандидатом географических наук Чупахиным Виктором Михайловичем, в последствии доктором наук, профессором. В то время в тематическую группу (1960-1961 гг.) пришли молодые специалисты-выпускники ведущих университетов Советского Союза: Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Ростовского-на-Дону государственного университета, Харьковского государственного университета, Казахского государственного университета. В ней работали А. В. Чигаркин, М. Ш. Ишан-кулов, Л. В. Маслихова, Г. В. Пирогова, Л. К. Веселова, С. И. Сахаров.

Работая в Институте географии, Г. В. Гельдыева прошла все ступени научного роста: от старшего лаборанта до заведующей лабораторией ландшафтоведения и проблем природопользования.

В 1969 г. она защитила кандидатскую диссертацию по специальности «физическая география, геохимия и геофизика ландшафтов» на тему: «Ландшафты бассейна озера Кара-сор и их геохимические особенности», выполненную под руководством известного ученого, профессора Марии Альфредовны Глазовской.

В 1989 г. Г. В. Гельдыева защитила докторскую диссертацию на тему: «Степные и пустынные ландшафты Казахстана (статистика, тенденции развития в условиях современного землепользования)» в Ученом совете при Ленинградском государственном университете по специальности «охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Основным направлением ее научной деятельности стали исследования по широкому кругу проблем физической географии: ландшафтоведения, геоэкологии, ландшафтно-экологического картографирования, прикладным и целевым аспектам природопользования.

С 1972 г. Г. В. Гельдыева осуществляет научное руководство всесоюзными, международными, а также республиканскими программами, проектами и темами по фундаментальным исследованиям в области физической географии, геоэкологии, а также ландшафтно-экологического картографирования. Существенное внимание в ходе исследований она уделяла и уделяет решению многочисленных теоретических, методологических и методических вопросов, связанных с оценкой устойчивости ландшафтов к антропогенным нагрузкам, а также разработке научных основ физикогеографического районирования и ландшафтно-экологического картографирования. Она была не только руководителем, но и непосредственным участником ландшафтных исследований равнинных и горных

территорий Казахстана. Это Восточный, Северный и Центральный Казахстан, горы Юго-Восточного Казахстана, Торгайский прогиб, бассейн Аральского моря. Она соавтор серии ландшафтно-типологических карт Республики Казахстан и классификационных построений для структурных характеристик основных ландшафтных единиц.

Разработанные Г. В. Гельдыевой принципы и методы разномасштабного ландшафтного картографирования были апробированы при ландшафтном обосновании зоны влияния канала Иртыш-Караганда и стали основополагающими при обосновании переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию.

Долгие годы (почти четверть века) ее научные интересы сосредоточивались на проблеме Арала и При-аралья. Приоритет в исследованиях был отдан изучению пространственно-временных аспектов формирования и функционирования природных комплексов молодой суши - осушенного дна Аральского моря, вопросам оценки устойчивости ландшафтов и природно-хозяйственных систем долины р. Сырдарьи. Интуиция ученого не подвела, был обоснован прогноз развития первичных ландшафтов, который подтверждается временем.

С 1989 г. она руководит лабораторией ландшафто-ведения и проблем природопользования. Помимо разработки научных основ физико-географического районирования, ландшафтно-экологического картографирования, значительное место в исследованиях лаборатории принадлежит эколого-демографическому и прикладному ландшафтному анализу регионов РК. В частности, детально природно-сельскохозяйственному районированию, оценке земельных ресурсов, разработке ландшафтных методов анализа и оценки антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы, разработке норм экологических нагрузок на ландшафты.

Одновременно Г. В. Гельдыевой осуществлялось научное руководство ландшафтными исследованиями в международных научных проектах, в том числе в проекте ЮНЕСКО по оценке процессов опустынивания и восстановления деградированных геосистем Казахстанского Приаралья; в проекте «Проблемы сельскохозяйственного освоения аридных районов

Центральной Азии» с Институтом географии Академии наук КНР; проекте Глобального инфраструктурного фонда совместно с учеными Японии.

Г. В. Гельдыева автор более 200 опубликованных научных работ, в том числе пяти монографий. После защиты докторской диссертации ею опубликованы многочисленные статьи в различных международных и республиканских изданиях и две монографии «Ландшафты Казахстана» (соавтор Л. К. Веселова), «Ландшафтное обеспечение схемы борьбы с опустыниванием долины р. Сырдарья» (коллектив авторов).

Наряду с научной деятельностью Г. В. Гельдыева долгие годы занималась научно-педагогической работой. Ею разработаны и прочитаны в Казахском национальном университете им. аль-Фараби ряд спецкурсов для бакалавров и магистрантов географического факультета. В течение многих лет она осуществляет научное руководство аспирантами и докторантами. Ею подготовлены 10 кандидатов географических наук по специальностям: «физическая география», «геоэкология» и «экономическая география».

Г. В. Гельдыева являлась членом Национального координационного комитета ПРООН ГЭФ/ПМГ. В течение ряда лет выполняла обязанности заместителя председателя Диссертационного совета ОД 14А.01.37 при Казахском национальном университете им. аль-Фараби по защите докторских диссертаций.

Галина Викторовна Гельдыева - доктор географических наук, профессор, за научную деятельность неоднократно награждалась почетными дипломами Академии наук Казахской ССР и Национальной академии Республики Казахстан.

Она является ярким примером профессионального ученого, внесшим значительный вклад в развитие теоретических основ физической географии, создавшим отечественную школу ландшафтоведения и геоэкологии, получившим широкую известность в ближнем и дальнем зарубежье.

## СОДЕРЖАНИЕ

От редактора.....	3
<b>Геоэкология</b>	
<i>Карамолдоев Ж. Ж.</i> Водно-земельные ресурсы Кыргызстана и их использование.....	4
<i>Достой Ж. Д., Актымбаева А. С.</i> Экология рыбных ресурсов озер Алаколь и Сасыкколь .....	10
<i>Достай Ж. Д., Сапаров К. Т.</i> Топонимиялық зерттеулердің геоэкологиялық аудандау мәселелері (Қазақстанның Солтүстік-шығыс және Шығыс Өңірлері негізінде) .....	15
<b>Гидрология</b>	
<i>Давлетгалиев С. К.</i> Оценка нормы годового стока рек бассейна реки Елек.....	22
<i>Гальперин Р. И., Авезова А.</i> К методике оценки экстремальных гидрологических характеристик.....	26
<b>Геология</b>	
<i>Бочкарев В. П., Гирканов А. Н.</i> Геотектоногены Юго-Восточного Казахстана .....	34
<b>Гидроэкология</b>	
<i>Абдрахимов Р. Г., Чигринец А. Г.</i> Характеристика стока реки Есиль в современных условиях (с учетом руслового регулирования стока).....	43
<b>Геокриология</b>	
<i>Горбунов А. П.</i> Криолитозона, древний ледник и пещерные льды в Японии .....	46
<b>Проблемы выращивания кормовых культур</b>	
<i>Байташева Г. У., Садвакасов С. С.</i> Способы посева сорго и амаранта в орошаемых условиях предгорной пустынно-степной зоны Алматинской области.....	49
<b>Проблемы гидроэнергетики</b>	
<i>Шатанов А. А.</i> Су жинақтау электр стансалары және табиғи ресурстарды гидроэнергетикалық пайдалану проблемалары.....	53
<b>Юбилей</b>	
Вклад Г. В. Гельдыевой в географическую науку Казахстана .....	62

Редактор *Т. Н. Кривобокова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калибековой*

Подписано в печать 23.12.2009.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать - ризограф.  
4,0 п.л. Тираж 300. Заказ

Отпечатано в типографии «Print-S»  
050002, г. Алматы, ЖибекЖолы, 60/17. Тел.: 386-52-52