

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Т.К. Кудеков, канд. геол.-мин. наук

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Н.И. Ивкина, канд. геогр. наук; О.Е. Семенов, канд. физ.-мат. наук

### *Ответственный секретарь*

Т.П. Строева

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

М.Ж. Бурлибаев, канд. геогр. наук; В.В. Голубцов, канд. геогр. наук;  
С.А. Долгих, канд. геогр. наук; Ж.Д. Достай, доктор геогр. наук;  
В.И. Ли, канд. техн. наук; Е.Ф. Морозова, канд. геогр. наук;  
Е.Ж. Муртазин, канд. геол.-мин. наук; О.В. Подольный, доктор геогр. наук;  
В.П. Попова, канд. геогр. наук; Д.С. Садыков, доктор геол.-мин. наук;  
Б.С. Степанов, доктор геогр. наук; А.А. Турсунов, доктор техн. наук;  
С.П. Шиварева, канд. техн. наук; Г.Т. Сулейменова;  
О.С. Галаева, компьютерная сборка.

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

### № 4 (35)

©

Журнал издается с 1995 года.

Регистрационное свидетельство № 1538

Министерства печати РК.

Подписной индекс 75855.

---

*Адрес редакции:* 050020, Алматы,  
пр. Абая, д. 32, к. 420  
*Телефон:* (3272) 54-22-63; 54-22-64  
*E-mail:* caspian\_almaty@mail.ru  
general@kniimosk.almaty.kz

---

Подписано в печать  
Формат бумаги 70 × 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ  
Цена договорная.

---

Общественное объединение «Школа XXI века».  
480100, г. Алматы, ул. Валиханова, д. 115

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

В марте 2004 г. научно-технический журнал «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» отметил свое десятилетие.

Подводя некоторые итоги, можно признать, что сегодня журнал «ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ» – это реальная возможность эффективного приобретения и пополнения знаний в области гидрометеорологии и экологии для практических специалистов, ученых, преподавателей и студентов географических ВУЗов, а также экспертов в областях, соприкасающихся с гидрометеорологией и экологией.

В нашем журнале публикуются статьи по всем разделам метеорологии, агрометеорологии и климатологии, физике пограничного слоя и математическому моделированию. Гидрологический раздел журнала освещает результаты исследований в области гидрологии суши и морей, водных ресурсов, снежных лавин и селевых потоков. Существенная часть издания отводится под публикации, посвященные географическим проблемам окружающей среды и аспектам экологии. Большое внимание уделяется вопросам гидрометеорологического обеспечения хозяйствующих субъектов и населения Казахстана, маркетинга гидрометеорологической информации, а также организации планирования и управления работой сетевых подразделений РГП «Казгидромет».

С нашим журналом активно сотрудничают ведущие специалисты в различных областях географической науки, профессора и преподаватели лучших ВУЗов и академий Казахстана и ближнего Зарубежья. Неслучайно, что решением бюро департамента аттестации научных кадров Казахстана наш журнал включен в перечень научных изданий для публикации основных результатов докторских диссертаций по географическим наукам.

Мы благодарны всем читателям за большую поддержку, авторам за интересные статьи и научные обзоры в области современной гидрометеорологии и экологии. Ждем от Вас новых интересных работ!

Редколлегия журнала

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

<b>С.Л. Аманкулова, Г.Т. Сулейменова</b> Усовершенствование методики прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха для г. Астаны. ....	10
<b>Ж.С. Мустафаев, Г.А. Адильбектеги</b> Ландшафтно-экологическое районирование бассейна реки Шу. . .	17
<b>Т.К. Кудеков, С.П. Шиварева, Н.И. Ивкина, Т.П. Строева</b> Оперативная система прогнозирования колебаний уровня воды в Казахстанской части Каспийского моря. ....	35
<b>Х. Мухамеджанов, З. Жакупова, К. Кузенбаев</b> Разработка систем управления и контроля ирригации в Арысь-Туркестанской оросительной системе с использованием космических снимков. ....	44
<b>К.Г. Макаревич</b> Проект фотоатласа ледников юго-восточного Казахстана. ....	54
<b>А.Р. Вагапова</b> Анализ водообеспеченности растительности поймы. ....	61
<b>Ш.М. Надыров, Ж.К. Османова</b> Проблемы оптимизации совместного использования водных ресурсов трансграничных рек в Центральной Азии. ....	69
<b>Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.Ж. Мустафаев</b> Методика и критерии оценки применимости сельскохозяйственной технологии в системе природопользования. ....	80
<b>Ф.Е. Козыбаева, Э.А. Мурсалимова</b> Биопродуктивность и содержание тяжелых металлов в фитоценозах рекультивированных промышленных отвалов. ....	88
<b>Т.Р. Рыспеков</b> Временно естественные ландшафты Республики Казахстан. ....	96
<b>Б.Ф. Анисимов, М.Е. Баймиров</b> Негативное воздействие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на окружающую среду и методы его устранения. ....	106
<b>М.А. Шинтемиров</b> Влияние технологических факторов на эксплуатационную надежность хвостохранилищ. ....	114

<b>М.Е. Баймиров</b> Оценка негативного воздействия возобновляемых энергоисточников на окружающую среду (ВИЭ). . . . .	119
<b>А.К. Ахметбекова, Р.А. Казова, З.К. Каипова, С.С. Нуркеев</b> Состояние использования фосфорных отходов и минерального сырья. . . . .	125
<b>Ж.Т. Сулейменов, А.А. Сагындыкова, Е.Н. Талканбаев</b> Определение эколого-экономического эффекта при использовании фосфатно-глинистых сланцев для получения строительных керамических материалов. . . . .	136
<b>Г.Т. Трунков, М. А. Шинтемиров</b> К методу оценки баланса воды в хвостохранилищах с учетом процессов консолидации грунтов. . . . .	142
<b>Г.Т. Трунков, М.А. Шинтемиров</b> Обеспечение эксплуатационной безопасности хвостохранилищ при складировании отходов промышленности в сложных природных условиях. . . . .	149
<b>Г.С. Ахметова</b> Изменения скорости вращения, формы и размеров Земли и их связь с сейсмической активностью. . . . .	156
<b>КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ</b>	
<b>В.В. Голубцов</b> Опустынивание: предложение уточнить определение. . . . .	163
<b>А.Н. Крутов</b> Экономические аспекты расширения сети мониторинга в бассейне Аральского моря. . . . .	166
<b>А.Е. Жаскиленова, Т.О. Омарбекұлы</b> Тігін өндірісі экологиялық қауіпсіздігінің интегралды бағасы. . . . .	172
<b>М.І. Жәркенов, Қ.Т. Шынбергенова, Т.М. Алменов</b> Өндірістік қалдықтарды қайта пайдалану және шаңытқан топырақ беттерін бекітуге қолдану. . . . .	176
<b>Т.И. Нарбаев, К.Т. Нарбаев, Марс Нарбаев, Г.К. Исмаилова, М.Т. Нарбаев</b> Совершенствование методики расчета расходов воды измеренных с помощью поплавков. . . . .	180

## **ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ**

**Е.Ж. Муртазин, Н.У. Бултеков**

О состоянии загрязнения окружающей среды Республики Казахстан в 3-ом квартале 2004 года. .... 185

## **ХРОНИКА**

К 60-летию Е.К. Кубакова 213

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2004 году 215

## CONTENTS

### SCIENTIFIC ARTICLES

<b>S.L. Amankulova, G.T. Suleimenova</b> Forecasting technique improvement of minimal and maximal air temperature for Astana city. . . . .	10
<b>ZH.S. Mustafayev, G.A. Adil'bektegy</b> Landscape-ecological dividing into districts of the Shu river basin. . . . .	17
<b>T.K. Kudekov, S.P. Shivaryova, N.I. Ivkina, T.P. Stroyeva</b> Operative system of the water level fluctuations' forecast for the Kazakhstan's part of the Caspian Sea. . . . .	35
<b>H.V. Mukhamedzhanov, Z.A. Zhakupova, K.M. Kuzenbayev</b> Use of the satellite images and design of the control and supervision systems for irrigation in the Arys'-Turkestani irrigating system. . . . .	44
<b>K.G. Makarevich</b> Draft photoatlas of the southeast Kazakhstan glaciers. . . . .	54
<b>A.R. Vagapova</b> Analysis of the Water Availability Models of Bottomland Greens. . . . .	61
<b>SH.M. Nadirov, J.K. Osmanova</b> The Optimization Problems of the Compatible Employment of Water Resources of the Transboundary Rivers in the Central Asia. . . . .	69
<b>ZH. S. Mustafayev, A.T. Kozykeyeva, K.ZH. Mustafaeyv</b> Technique and assessment criteria of agricultural technology applicability in nature management system . . . . .	80
<b>F.E. Kozybayeva, JA.A. Mursalimova</b> Bioefficiency and heavy metals' content in phytocenosis of the reclaimed industrial waste discharges. . . . .	88
<b>T.R. Ryspekhov</b> The Republic of Kazakhstan Temporary Natural Landscapes. . . . .	96
<b>B.F. Anisimov, M.E. Baymirov</b> Renewable Energy Sources' Negative Environmental Effect (RES) and the methods of its elimination. . . . .	106
<b>M.A. Shintemirov</b> Influence of the Processing Factors on Tailing Dumps' Operational Reliability. . . . .	114
<b>M.E. Baymirov</b> Estimation of the Renewable Energy Sources' Negative Environmental Effect (RES). . . . .	119

<b>A.K. Akhmetbekova, R.A. Kazova, Z.K. Kaipova, S.S. Nurkeyev</b>	
Management state of the phosphoric waste products and mineral. . . . .	125
<b>ZH.T. Suleymenov, A.A. Sagiyndykova, E.N. Talkanbayev</b>	
Evaluation of ecological-and-economical effect at phosphate-clay slates' use for production of the ceramic materials of construction. . . .	136
<b>G.T. Trunkov, M.A. Shintemirov</b>	
To estimation method of water balance in the tailing dumps with al- lowance for the processes of ground consolidation. . . . .	142
<b>G.T. Trunkov, M.A. Shintemirov</b>	
Use safety of the tailing dumps at trade waste storing in the severe nat- ural conditions. . . . .	149
<b>G.S. Akhmetova</b>	
Changes of the rotation velocity, the form and the sizes of the Earth and their connection with seismic activity . . . . .	156
<b>BRIEF REPORTS</b>	
<b>V.V. Golubtsov</b>	
Desertification: the proposal to specify definition. . . . .	163
<b>A.N. Krutov</b>	
Economic aspects of monitoring network development in the Aral sea basin.	166
<b>A.E. ZHaskelenova, T.O. Omarbekova</b>	
Integral estimation of ecological safety of sewing manufacture. . . . .	172
<b>M.I. Zharkenov, K.T. Shynbergenova, T.M. Almenov</b>	
Reutilization of the waste material for stabilization of raising dust ground surfaces. . . . .	176
<b>T.I. Narbayev, K.T. Narbayev, Mars Narbayev, G.K. Ismailova, M.T. Narbayev</b>	
Procedure improvement of the water discharges' calculation measured with the help of the floats . . . . .	180
<b>REVIEWS AND CONSULTATIONS</b>	
<b>E.ZH. Murtazin, N.U. Bultekov</b>	
About septic condition of the Republic of Kazakhstan environment pollution in the second quarter 2004. . . . .	185
<b>CHRONICLE</b>	
E.K. Kubakov (60 <sup>th</sup> Birth Anniversary)	213
Contents of "Hydrometeorology end ecology" magazine, 2004	215

УДК 551.509.323

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА  
МИНИМАЛЬНОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
ВОЗДУХА ДЛЯ Г. АСТАНЫ**С.Л. Аманкулова  
Г.Т. Сулейменова

*В статье представлены результаты работы по усовершенствованию и адаптации методики О.П. Глазовой к прогнозу минимальной и максимальной температуры воздуха. На основе фактических данных за 10 лет рассчитан суточный ход температуры воздуха для г. Астана при различных состояниях неба.*

Республика Казахстан занимает большую площадь и характеризуется значительным разнообразием физико-географических условий. Отдаленность территории от мирового океана способствует температурным контрастам и значительным суточным амплитудам температуры воздуха, которые являются типичными для континентального климата.

Важнейшей задачей синоптиков является максимально точный и с достаточной заблаговременностью прогноз температуры воздуха. Использование расчетных прогностических методов или численных моделей облегчают эту задачу. На основе метода «Прогноз минимальной и максимальной температуры воздуха» разработанного Глазовой О.П. в отделе научно-методических работ и неблагоприятных метеорологических условий (ОНМР и НМУ) ГМЦ были рассчитаны и построены графики суточного хода температуры воздуха для теплого полугодия для г. Астаны. Уточнены графики суточного хода для холодного полугодия на основе фактических данных о температуре и облачности за 1991...2000 гг.

Г. Астана расположен на северо-восточной окраине Тенгизского равнинного сухо-степного района Казахского мелкосопочника, на правом возвышенном берегу реки Ишим. Окружающая местность имеет преимущественно равнинный характер [3].

Температура воздуха в г. Астане в течение года значительно колеблется. Максимальных значений среднемесячная температура воздуха достигает в июле – 20,3 °С, а минимальных в январе – -17,2 °С (табл. 1). Абсолютный максимум и минимум наблюдались соответственно в 1936 году

42,0 °С и в 1893 году -52,0 °С. Переход среднемесячной температуры воздуха через 0 °С отмечается в марте – апреле и октябре – ноябре [4].

Таблица 1

Среднемноголетний ход температуры воздуха на ст. Астана, °С

Месяц												Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-17,2	-16,7	-10,3	2,8	12,6	18,0	20,3	17,6	11,4	2,5	-7,1	-14,2	1,6

Нами была поставлена задача – получить характерные для каждого месяца осредненные (типовые) кривые суточного хода температуры воздуха у поверхности земли при различном состоянии неба. Опыт использования суточного хода применялся также в методиках Глазовой О.П. [1, 2]. При выполнении работы были использованы данные о температуре и количестве облачности за январь – декабрь 1991...2000 гг. За указанный десятилетний период ход температуры был исследован для 1621 дня и 1662 ночей (всего 3283 случая) для различного состояния неба (табл. 2). Случаи, характеризовавшиеся наличием тумана или аномальным суточным ходом температуры воздуха, не рассматривались.

Таблица 2

Число рассмотренных случаев по месяцам при различном состоянии неба

Облачность, балл	Месяц												Общее число случаев
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0-3	День												516
	33	37	43	49	43	58	41	40	51	43	46	32	
	Ночь												794
	40	53	62	85	71	78	72	78	75	71	69	40	
4-7	День												58
	4	5	2	3	7	7	9	5	6	9	1	0	
	Ночь												54
	2	3	1	2	9	7	10	6	5	3	5	1	
8-10	День												1047
	138	110	100	30	126	48	84	37	44	116	98	116	
	Ночь												814
	71	71	99	44	91	61	63	47	54	89	72	52	
<b>Всего</b>	<b>288</b>	<b>279</b>	<b>307</b>	<b>213</b>	<b>347</b>	<b>259</b>	<b>279</b>	<b>213</b>	<b>235</b>	<b>331</b>	<b>291</b>	<b>241</b>	<b>3283</b>

На основании данных наблюдений температуры воздуха и облачности в сроки 0; 3; 6; 9; 12; 15; 18; 21 ч местного времени были построены

осредненные графики суточного хода температуры воздуха для каждого месяца года. При построении графиков был использован следующий подход. В срочных данных определенного месяца выделялись те дни и ночи, в течение которых облачность менялась в пределах 0...3 балла, 4...7 балла или 8...10 баллов, полагая, что приток (отток) излучения внутри каждой из трех групп меняется мало.

Соответственно эти группы условно назвали «ясно», «переменно», «облачно». За начало дня был принят час, ближайший (в среднем для данного месяца) к моменту восхода Солнца. Аналогично, за начало ночи принимался час, ближайший к моменту захода Солнца.

Затем рассчитывались отклонения последующих срочных значений температуры от значения температуры в срок, ближайший к моменту восхода или захода солнца, соответственно для дня и ночи. Все полученные отклонения за каждый срок были суммированы, а затем осреднены. В результате были получены величины отклонений температуры воздуха в различные сроки для различного состояния неба.

В годовом ходе суточная амплитуда температуры воздуха при облачности 0...3 балла (ясное небо) имеет максимум в мае (14,1 °С), минимальное значение приходится на зимний месяц - январь (7,7 °С). Годовой ход суточного колебания при облачности 4...7 баллов имеет максимум в мае (11,4 °С), а минимальное значение приходится на январь (5,7 °С). При облачности 8...10 баллов (пасмурное небо) максимум приходится на май (8,6 °С), а минимальное значение приходится на декабрь (4,4 °С).

Наибольшие отклонения температуры наблюдаются в 15-ти часовой срок, как при облачности 8...10 баллов так и при облачности 0...3 балла (за исключением зимних месяцев, когда максимум смещается на 12-ти часовой срок). Наименьшие отклонения температуры отмечается в 6-ти часовой срок при облачности 0...3, 4...7, 8...10 баллов (табл. 3, 4, 5).

Ниже приведены таблицы со средними значениями срочных отклонений и рассчитанными амплитудами температуры воздуха.

По данным из таблиц 3, 4, 5 были построены графики суточного хода температуры воздуха, которые были использованы для прогноза температуры воздуха по г. Астане на 12, 24 и 36 часов. Прогнозы составлялись с июня 2002 года по январь 2003 года. Была произведена оценка оправдываемости прогнозов, составленных с использованием графиков суточного хода, для сравнения их с оправдываемостью прогнозов температуры воздуха, полученных из ЦГМ Астана.

Таблица 3

Осредненные значения отклонений температуры воздуха (°С) по срокам и их размах при облачности 0...3 балла

Срок	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09	-0,8	-0,6	0,5	3,4	5,8	6,0	5,3	5,1	3,1	0,6	-0,2	0,5
12	3,2	4,9	5,7	8,9	11,1	10,4	10,1	11,0	10,7	9,2	5,0	4,8
15	6,9	8,3	8,9	11,3	13,3	12,5	12,5	13,2	13,5	13,3	8,4	8,1
18	5,3	7,9	9,1	11,7	14,1	13,8	13,3	13,8	13,5	12,1	6,5	5,7
21	3,3	4,8	5,6	8,3	10,8	9,4	10,4	9,8	8,1	7,1	4,2	3,7
24	2,0	3,1	3,5	5,4	6,6	4,9	6,2	5,5	5,3	4,4	2,7	2,2
03	0,8	2,0	1,8	3,6	3,9	1,9	3,6	3,1	2,7	2,5	1,6	1,2
Размах	7,7	8,5	9,1	11,7	14,1	13,8	13,3	13,8	13,5	13,3	8,6	8,1

Таблица 4

Осредненные значения отклонений температуры воздуха (°С) по срокам и их размах при облачности 4...7 балла

Срок	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09	0,0	0,0	0,5	2,1	4,4	4,5	4,0	3,3	2,1	0,5	0,1	0,8
12	2,9	4,1	4,7	5,9	9,5	8,2	8,0	7,9	7,4	6,8	3,9	3,9
15	5,7	6,8	7,2	7,8	10,9	10,1	10,0	9,4	9,5	10,0	6,4	6,3
18	4,6	6,5	7,2	8,0	11,4	10,5	10,0	9,6	9,3	9,2	5,0	4,8
21	3,0	4,1	4,5	5,4	8,5	7,3	7,6	6,8	5,7	5,5	3,2	3,1
24	2,0	2,7	2,9	3,2	4,5	3,7	4,3	3,5	3,5	3,5	2,1	2,0
03	1,2	1,8	1,5	1,7	2,7	1,5	2,3	1,8	1,6	2,0	1,0	1,2
Размах	5,7	6,8	7,2	7,8	11,4	10,5	10,0	9,6	9,5	10,0	6,4	6,3

Таблица 5

Осредненные значения отклонений температуры воздуха (°С) по срокам и их размах при облачности 8...10 баллов

Срок	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09	0,9	0,7	0,5	0,8	3,1	3,0	2,7	1,5	1,0	0,5	0,4	1,0
12	2,7	3,3	3,7	2,8	7,8	5,9	6,0	4,8	4,0	4,3	2,7	2,9
15	4,5	5,3	5,6	4,2	8,5	7,6	7,4	5,5	5,5	6,6	4,4	4,4
18	3,8	5,0	5,4	4,2	8,6	7,1	6,8	5,5	5,5	6,1	3,6	3,9
21	2,8	3,4	3,5	2,4	6,2	5,2	4,8	3,7	3,2	3,9	2,4	2,6
24	2,1	2,2	2,2	1,0	3,3	2,6	2,4	1,6	1,6	2,7	1,6	1,8
03	1,6	1,6	1,2	-0,2	1,5	1,2	0,9	0,4	0,5	1,5	0,6	1,2
Размах	4,5	5,3	5,8	5,4	8,6	7,6	7,4	6,2	6,0	6,6	4,5	4,4

В табл. 6 приведены полученные результаты оправдываемости прогнозов.

Таблица 6

Сравнительная таблица оправдываемости (%) прогноза температуры воздуха за 12, 24 и 36 часов

Месяц	Прогноз Астаны среднее $T_{24ч}$ и $T_{36ч}$	По суточному ходу	
		$T_{12ч}$	среднее $T_{24ч}$ и $T_{36ч}$
Июнь	88	95	91
Июль	76	94	85
Август	87	80	88
Сентябрь	75	84	88
Октябрь	75	87	84
Ноябрь	55	82	71
Декабрь	58	84	65
Среднее	75	87	84

В таблице видно, что оправдываемость прогнозов минимальной и максимальной температуры воздуха, составленных с помощью графиков суточного хода выше, чем оправдываемость прогнозов, сделанных без их использования, в среднем на 9 %.

**Последовательность расчета прогноза температуры:** Прогноз температуры воздуха составляется по эмпирической формуле, учитывающей главные факторы, которые влияют на изменение температуры.

$$T = T_k \pm \Delta T_a \pm \Delta T_{cx}, \quad (1)$$

где  $T_k$  – значение температуры воздуха в пункте прогноза,  $\Delta T_a$  – адвективное изменение температуры за промежуток времени, равный заблаговременности прогноза,  $\Delta T_{cx}$  – изменение температуры вследствие суточного хода [6].

Значение  $T_k$  снимается с исходной карты погоды в пункте прогноза. Величину  $\Delta T_a$  определяют обычным путем на исходной карте погоды, как разность значений температуры в начальной и конечной точках траектории частицы. Изменение температуры воздуха вследствие суточного хода определяется по графикам или таблицам 3, 4, 5.

Рассмотрим пример расчета прогноза минимальной и максимальной температуры воздуха у земной поверхности для города Астана по формуле (1) на 3 декабря 2002 года.

Прогноз составляют по исходным картам (приземная и аэрологическая АТ-700) за 00 ч. СГВ 2 декабря 2002 г. Температура воздуха в пункте прогноза  $T_k = -32,6$  °С. Определяются районы, откуда будут поступать воздушные массы в пункт прогноза через 12, 24 и 36 часов. В соответствии с траекториями воздушной частицы, построенными на 12, 24 и 36 часов и с учетом фактического и будущего барического поля, горизон-

тальный перенос воздуха у поверхности земли в район Астана на 12 ч приходит из точки северо-восточнее столицы Казахстана, где температура воздуха  $T_{12} = -30,0$  °С, к 24 часам – из точки западнее М Тобольск (Россия), где  $T_{24} = -24$  °С и на 36 ч – из точки севернее М Ханты-Мансийск (Россия), где  $T_{36} = -20,0$  °С. Далее определяются величины изменения температуры – адвективные  $\Delta T_a$  и происходящие вследствие суточного хода  $\Delta T_{cx}$  при переменной облачности, т.е. на 12 часов  $\Delta T_a = 2,6$  °С и  $\Delta T_{cx} = 7,0$  °С, на 24 часа  $\Delta T_a = 6,0$  °С и  $\Delta T_{cx} = 5,0$  °С и на 36 ч  $\Delta T_a = 4,0$  °С и  $\Delta T_{cx} = 4,0$  °С. Затем по формуле (1) вычисляются прогно- стические значения температуры:

$$T_{12ч} = T_{00ч} \pm \Delta T_a \pm \Delta T_{cx} = -32,6 + 2,6 + 7,0 = -23,0 \text{ °С,}$$

$$T_{24ч} = T_{12ч} \pm \Delta T_a \pm \Delta T_{cx} = -23,0 + 6,0 - 5,0 = -22,0 \text{ °С,}$$

$$T_{36ч} = T_{24ч} \pm \Delta T_a \pm \Delta T_{cx} = -22,0 + 4,0 + 4,0 = -14,0 \text{ °С.}$$

Фактическая максимальная температура воздуха 2-го декабря составляла  $-20,6$  °С, а 3-го декабря – минимальная температура  $-20,6$  °С и максимальная температура  $-15,3$  °С (табл. 7). В прогнозе ЦГМ Астана ожидалась температура воздуха 03.12.02 ночью  $-26, -28$  °С, днем  $-22, -24$  °С.

Таблица 7

Пример расчета минимальной и максимальной температуры воздуха в г. Астана

Дата составления	Прогноз на				Индекс станции и исходные данные температуры (°С)	Адвекция и суточный ход	Прогностическая			Фактическая			Оправдываемость, %			
	00 ч	12 ч	24 ч	36 ч			Т <sub>max</sub> на 12 ч	Т <sub>min</sub> на 24 ч	Т <sub>max</sub> на 36 ч	Т <sub>max</sub> на 12 ч	Т <sub>min</sub> на 24 ч	Т <sub>max</sub> на 36 ч	Т <sub>max</sub> на 12 ч	Т <sub>min</sub> на 24 ч	Т <sub>max</sub> на 36 ч	
02.12.02																
03.12.02	-32,6															
		-30 св 188*			7	2,6	-23	-22	-14	-20,6	-20,6	-15,3	100	100	100	
		-24 з 275**			5	6,0										
		-20 с 933***			4	4,0										

Примечание: св188\* – северо-восточнее М Астана; з 275\*\* – западнее М Тобольск (Российская Федерация); с 933\*\*\* – севернее М Ханты-Мансийск (Российская федерация).

Графики или таблицы суточного хода температуры воздуха рекомендуется использовать как дополнительный метод при прогнозе температуры. Кроме того, рассчитанные графики суточного хода температуры воздуха можно использовать для прогноза времени наступления минимальной и максимальной температуры, величины изменения температуры вследствие суточного хода, а так же предсказывать ход температуры, в течение суток при различном состоянии неба для любого месяца года [5, 7].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазова О.П. О суточном ходе температуры воздуха // Тр. ЦИП. М.: Гидрометеиздат. – 1958. – Вып.69. – С. 86-114.
2. Глазова О.П. Прогноз температуры воздуха у земной поверхности // Метеорология и гидрология. – 1968. – №1. – С. 10-15.
3. Климатический справочник СССР-Алма-Ата: УГМС, 1968. – 397 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР – Л.: Гидрометеиздат, 1989. Вып. 18 кн. 1. Часть 1-6. 510 с.
5. Прогноз суточного хода максимальной и минимальной температуры воздуха в Северном Казахстане, выполненный В.И. Зинченко, П.М. Чумаковой // Указания к прогнозу сильного ветра, температуры на территории Казахстана. Алма-Ата. 1980, октябрь. С. 13-18.
6. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Прогноз суточного хода, максимальной и минимальной температуры воздуха у поверхности земли. Л.: Гидрометеиздат. – 1965. Часть 2. С. 66-81.
7. Указания к прогнозу сильного ветра, температуры на территории Казахстана–Алма-Ата, 1980. С. 15-17.

Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

#### **АСТАНА ҚАЛАСЫ БОЙЫНША АУАНЫҢ МИНИМАЛЬДІ ЖӘНЕ МАКСИМАЛЬДІ ТЕМПЕРАТУРАСЫН БОЛЖАУ ӘДІСТЕМЕСІН ЖЕТІЛДІРУ**

С.Л. Аманкулова  
Г.Т. Сулейменова

*Мајалада О.П. ГлазованыҰ ауаныҰ минимальді ж.,не  
максимальді температурасын болжау „дістемесін жетілдіру ж.,не  
адаптациялау бойынша Үлымы-зерттеу жтмыс-тарыныҰ н.,тижелері  
келтірілген. 10 жылҮы најты м.,ліметтердіҰ негізінде Астана јаласы  
бойынша аспанныҰ „ртҮрлі жаЈдайларында ауа температурасыныҰ  
т.,уліктік жҮрісі есептелген.*

УДК 630:551.5

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ  
БАССЕЙНА РЕКИ ШУ**

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев

Г.А. Адильбектеги

*В статье приведены результаты многопланового районирования бассейна реки Шу, включающих природно-климатические, гидролого-климатическое, почвенно-экологическое, ландшафтное, почвенно-мелиоративное, экологическое и ландшафтно-экологическое районирование.*

**Природно-климатическое районирование**

В основе природно-климатического или физико-географического районирования Земли лежит разделение территории на пояса, зоны и области более или менее однородными условиями. Районирование может проводиться по собственно климатическим признакам, по характеру географических ландшафтов, определяемого классификацией Л.С. Берега, по особенностям общей климатической характеристики.

Природно-климатическая оценка продуктивности природной системы осуществляется с помощью энергетических показателей: сумма биологически активных температур ( $\sum t$ , °C), сумма осадков ( $O_c$ ), продолжительность безморозного периода ( $T_o$ ), испаряемость ( $E_o$ ), фотосинтетически активная или суммарная радиация ( $R$ ), среднегодовая температура воздуха ( $t_i$ , °C) (табл. 1).

В качестве исходных данных использовались фондовые материалы Казгидромета (Республика Казахстан) и Кыргызгидромета (Кыргызская Республика), а также научно-исследовательских институтов [1, 2, 3, 4, 5]. Во многих метеорологических станциях Республики Казахстан и Кыргызской Республики измерения фотосинтетически активной радиации не ведется, поэтому в практике используются расчетные методы [6, 7].

Для расчета фотосинтетически активной или суммарной радиации ( $R$ ) использована формула Ю.Н. Никольского и В.В. Шабанова, которая имеет вид [7]:

$$R = 13,39 + 0,0079 \sum t,$$

где  $\sum t$  – сумма биологически активных температур выше 10 °С.

Горные зоны бассейна реки Шу обладают относительно низкой теплообеспеченностью ( $\sum t = 514...834$  °С), невысокими теплоэнергетическими ресурсами ( $R = 88,2...100,5$  кДж/см<sup>2</sup>) и высокой влагообеспеченностью ( $O_c = 362...698$  мм).

Предгорные зоны бассейна реки Шу обладают относительно средней теплообеспеченностью ( $\sum t = 1513...2015$  °С), невысокими теплоэнергетическими ресурсами ( $R = 126,9...146,0$  кДж/см<sup>2</sup>) и высокой влагообеспеченностью ( $O_c = 378...513$  мм).

Предгорные равнинные зоны бассейна реки Шу обладают относительно высокой теплообеспеченностью ( $\sum t = 2060...3300$  °С), достаточными теплоэнергетическими ресурсами ( $R = 148,0...200,0$  кДж/см<sup>2</sup>) и низкой влагообеспеченностью ( $O_c = 200...426$  мм).

Равнинные зоны бассейна реки Шу обладают относительно очень высокой теплообеспеченностью ( $\sum t = 3500...3900$  °С), высокими теплоэнергетическими ресурсами ( $R = 200,0...219,0$  кДж/см<sup>2</sup>) и очень низкой влагообеспеченностью ( $O_c = 100...139$  мм).

### **Гидролого-климатическое районирование**

Под гидролого-климатическим районированием следует понимать районирование природных систем по условиям увлажнения и теплообеспеченности деятельной поверхности. Гидролого-климатической зоной будем считать некоторую часть земной поверхности, характеризующуюся таким сочетанием тепла и влаги, которое обуславливает развитие и преобладание в ее пределах определенных типов растительного и почвенного покрова [7].

Гидролого-климатическая оценка продуктивности природной системы на основе показателей, характеризующихся степенью обеспеченности ресурсами природной среды: гидротермический коэффициент ( $ГТК = 10 \cdot O_c / \sum t$ ), показатель увлажнения ( $M_d = O_c / \sum d$ ), коэффициент увлажнения ( $K_y = O_c / E_0$ ), оценка увлажнения ( $K_0 = O_c / 0,18 \sum t$ ), индекс сухости ( $\bar{R} = R / LO_c$ ), биолого-

климатическая продуктивность ( $BKP = K_y(\sum t / 1000)$ ), энергетический коэффициент тепло-влагообмена ( $K_m = LE / R$ ), показатель сухости, степень увлажненности) (табл. 2).

Как видно в табл. 2, что гидролого-климатические зоны формируются под действием теплоэнергетических ресурсов и атмосферных осадков и их соотношений. При этом, сбалансированность соотношений тепла и влаги в бассейнах реки Шу наблюдается только в горных и предгорных зонах, а в предгорных равнинных и равнинных зонах равновесное их состояние, в связи с низкой влагообеспеченностью, не соблюдается.

Приведенная количественная характеристика естественных условий тепло- и влагообеспеченности бассейна реки Шу, достаточно убедительно говорит о том, что в горных и предгорных зонах ландшафтной системы может быть относительно высокая продуктивность в естественных условиях за счет полной соразмерности тепловых и водных ресурсов, т.е. природная система не требует реконструкции.

Системный анализ показателей, характеризующих степень естественной тепло – и влагообеспеченности предгорных равнинных и равнинных зон бассейна реки Шу позволяет сделать вывод о том, что наблюдаемое количественное изменение их в зависимости от вертикальной поясности, требует проведения комплексной реконструкции природной системы, для повышения продуктивности ландшафтов. Однако в процессе преобразований или реконструкции ландшафтов речных бассейнов на месте естественных приходится создавать агроландшафты или природно-технические системы, где путем антропогенной деятельности обеспечивается сбалансированность тепла и влаги, с учетом их природного режима.

### **Почвенно-экологическое районирование**

Почвенно-экологическое районирование природной системы речных бассейнов осуществляется с помощью интегральных критериев [8, 9] (табл. 3):

- биологическая продуктивность почвы ( $\bar{B}$ ) [10]:

$$\bar{B} = B / ПУ = \alpha_1 \cdot \bar{R} \cdot \exp(-\alpha \cdot \bar{R}),$$

где  $ПУ$  – потенциальная биохимической продуктивности растительного покрова;  $\alpha_1$  – коэффициент, учитывающий состояние растительности;  $\alpha$

– коэффициент пропорциональности;  $B$  – биологическая продуктивность растительного покрова в естественных ландшафтах;

- энергия, затрачиваемая на почвообразование ( $\bar{Q}$ ) [11]:

$$\bar{Q} = Q/R = \exp(-\alpha_0 \cdot \bar{R}),$$

где:  $Q$  – энергия, затрачиваемая на почвообразование, кДж/см<sup>2</sup> год;  $\alpha_0$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы.

- интенсивность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами ( $\bar{g}$ ) [12]:  $\bar{g} = g/(O_c + O_p) = \exp(-1,5 \cdot \bar{R})$ , где  $O_p$  – оросительная норма или водопотребности сельскохозяйственных культур, мм.;  $g$  – влагообмен между грунтовыми и почвенными водами, мм.

- индекс почвы ( $S$ ) [13]:

$$S = \frac{6,4(G_{gn} + 0,2G_{\phi})}{600} + 8,5\sqrt{N\Phi K} + 5,1\exp\left(\frac{H_z - 1}{4}\right),$$

где  $G_{gn}$  – гуматный гумус, т/га;  $G_{\phi}$  – фульватный гумус, т/га;  $N\Phi K$  – соответственно доли допустимых или полудопустимых норм азота, фосфора и калия по отношению к максимально возможному их содержанию;  $H_z$  – гидротермическая кислотность почвы, мг-экв/100 г.

- показатель благоприятности климата ( $CL$ ) [13]:

$$CL = \sqrt{\arctg\left(\frac{T - 6^\circ}{4}\right) + 1,57} \cdot \sqrt{\arctg\left(\frac{HF - 112}{4}\right) + 1,57},$$

где  $T$  – многолетняя среднегодовая температура воздуха °С;  $HF$  – показатель эффективности увлажнения, определяемый по формуле В.Р. Волобуева:  $HF = 43,2 \lg(O_c - T)$ .

Биологическая продуктивность ( $\bar{B}$ ), затраты энергии на почвообразовательный процесс ( $Q$ ), совместно с индексом почвы ( $S$ ) и коэффициент благоприятности климата ( $CL$ ) достаточно хорошо представляют типы почвы и их плодородие в речных бассейнах.

Таблица 1

## Климатическое районирование бассейна реки Шу по энергетическим ресурсам

Метеостанция	Абсолютная высота ( $H$ ), м	$T_{\theta}$ , сут	$t_i$ , °C	$O_c$ , мм	$\sum t$ , °C	$E_o$ , мм	$\sum d$ , мб	$R$ , кДж/см <sup>2</sup>
Тюя-Ашу	3090	70	-1,7	698	514	200	519,7	88,2
Алаарча	2945	75	-1,0	552	718	392	1098,0	96,0
Каракуджар	2800	115	-0,4	362	834	410	994,3	100,5
Байтык	1579	123	6,2	513	1513	600	1589,0	126,9
Шамси	1556	125	6,3	393	1930	766	1521,9	143,1
Кегеты	1400	136	6,7	378	2015	806	1589,0	146,0
Орто-Арык	1190	165	7,8	368	2060	825	2214,3	148,0
Кордай	1145	167	9,2	264	2900	880	2247,8	182,8
Чон-арык	1110	175	8,8	576	2730	710	1680,5	174,0
Токмак	818	185	9,7	426	2900	906	2031,3	182,8
Бишкек	756	191	10,3	393	3400	990	2360,7	200,0
Мерке	703	187	8,6	270	3200	960	2522,3	192,1
Кулан	683	181	9,1	200	3300	990	2522,3	196,0
Умбет	512	186	9,1	100	3600	1080	3114,0	207,6
Шолаккурган	481	183	9,2	130	3670	1147	3086,5	218,1
Толеби	456	186	9,8	132	3700	1020	3095,7	207,6
Мойынкум	351	184	8,4	132	3400	1020	2552,9	200,0
Байкадам	338	191	9,8	135	3700	1110	3202,5	211,5
Созак	317	187	9,7	105	3700	1150	–	211,4
Уланбель	266	183	8,7	105	3500	1050	3050,0	203,7
Камкалы-кол	207	185	9,1	139	3900	1180	3477,0	219,2

Таблица 2

## Гидролого-климатическая оценка тепло- и влагообеспеченности бассейна реки Шу

Метеостанция	$H$ , м	Среднегодовые за многолетний период					
		$\bar{R}$	$ГТК$	$БКП$	$K_y$	$M_d$	$K_o$
Тюя-Ашу	3090	0,52	13,60	1,79	3,49	1,34	75,5
Алаарча	2945	0,73	7,69	1,01	1,41	0,50	42,7
Каракуджар	2800	1,16	4,34	0,73	0,88	0,36	24,1
Байтык	1579	1,03	3,39	1,30	0,86	0,32	18,8
Шамси	1556	1,52	2,04	0,98	0,51	0,26	11,3

Кегеты	1400	1,61	1,87	0,94	0,47	0,24	10,4
Орто-Арык	1190	1,70	1,78	0,93	0,45	0,17	9,9
Кордай	1145	3,30	0,89	0,87	0,30	0,12	4,9
Чон-арык	1110	1,26	2,11	2,21	0,81	0,34	11,7
Токмак	818	3,10	1,47	1,36	0,47	0,21	8,2
Бишкек	756	2,10	1,16	1,36	0,40	0,17	6,4
Мерке	703	3,40	0,84	1,32	0,29	0,11	4,7
Кулан	683	4,80	0,60	0,69	0,21	0,08	3,3
Умбет	512	7,10	0,28	0,50	0,14	0,03	1,6
Шолаккурган	481	12,6	0,37	0,33	0,09	0,04	2,1
Толеби	456	7,10	0,36	0,48	0,13	0,04	2,0
Мойынкум	351	7,70	0,39	0,44	0,13	0,05	2,2
Байкадам	338	9,10	0,36	0,44	0,12	0,04	2,0
Созак	317	10,5	0,28	0,33	0,09	0,04	1,6
Уланбель	266	10,0	0,30	0,35	0,10	0,03	1,7
Камкалы-кол	207	11,0	0,36	0,47	0,12	0,04	2,0

Таблица 3

Экологическая оценка продуктивности почвы бассейна реки Шу

Метеостанция	$H$ , м	$\bar{R}$	$Y$ , ц/га	Среднегодовые за многолетний период				
				$HF$	$Q$ , кДж/см <sup>2</sup>	$B$	$CL$	$S$
Тюя-Ашу	3090	0,52	1,31	101,40	69,37	0,0678	0,72	5,10
Алаарча	2945	0,73	2,36	102,10	67,65	0,0690	0,73	6,40
Каракуджар	2800	1,16	2,80	123,40	57,98	0,0700	0,70	6,80
Байтык	1579	1,03	4,15	124,60	78,52	0,0818	0,92	12,90
Шамси	1556	1,52	4,51	124,00	70,35	0,0816	0,94	12,60
Кегеты	1400	1,61	6,25	123,10	68,97	0,0810	0,95	12,10
Орто-Арык	1190	1,70	7,98	110,50	66,49	0,0528	1,54	12,00
Кордай	1145	3,30	7,20	98,80	38,79	0,0458	1,59	11,92
Чон-арык	1110	1,26	6,25	115,20	96,49	0,0423	1,65	12,80
Токмак	818	3,10	4,65	100,20	42,40	0,0418	1,59	12,00
Бишкек	756	2,10	4,51	108,70	75,16	0,0416	1,60	12,40
Мерке	703	3,40	4,15	101,50	33,22	0,0415	1,58	7,50
Кулан	683	4,80	4,15	96,80	17,56	0,0096	1,59	7,40
Умбет	512	7,10	2,80	98,30	7,43	0,0004	1,59	5,40
Шолаккурган	481	12,60	1,51	82,00	0,59	0,0070	0,99	5,90

Толеби	456	7,10	1,42	98,30	7,43	0,0004	1,59	5,40
Мойынкум	351	7,70	1,31	88,00	4,58	0,0001	1,61	5,00
Байкадам	338	9,10	2,80	83,20	5,78	0,0001	1,35	5,00
Созак	317	10,50	2,70	81,50	1,57	0,0001	1,50	5,00
Уланбель	266	10,00	2,70	87,90	1,83	0,0001	1,61	5,00
Камкалы-кол	207	11,00	2,70	81,00	1,21	0,0001	1,41	5,00

Таблица 5

Почвенно-мелиоративное районирование территории бассейна реки Шу

Метеостанция	H, м	Среднегодовые за многолетний период								
		R, кДж/см <sup>2</sup>	O <sub>c</sub> , мм	(1-t)	C <sub>0</sub> , г/дм <sup>3</sup>	C <sub>2</sub> , г/дм <sup>3</sup>	Δ, м	$\bar{A}_n$	$\bar{C}^*$	$\bar{M}$
Тюя-Ашу	3090	88,2	698	0,81	0,30	1,00	10,0	1,67	0,60	-
Алаарча	2945	96,0	552	0,79	0,30	1,00	10,0	1,20	0,60	-
Каракуджар	2800	100,5	362	0,68	0,30	1,00	10,0	0,76	0,60	-
Байтык	1579	126,9	513	0,66	0,40	1,20	10,0	0,86	0,80	-
Шамси	1556	143,1	393	0,66	0,40	1,20	10,0	0,64	0,80	0,80
Кегеты	1400	146,0	378	0,63	0,40	1,20	10,0	0,54	0,80	0,68
Орто-Арык	1190	148,0	368	0,55	0,40	1,30	10,0	0,52	0,80	0,65
Кордай	1145	182,8	264	0,48	0,40	1,30	10,0	0,30	0,80	0,38
Чон-арык	1110	174,0	576	0,52	0,40	1,30	10,0	0,70	0,80	0,88
Токмак	818	182,8	426	0,49	0,50	1,50	6,0	0,51	1,00	0,51
Бишкек	756	200,0	393	0,48	0,50	1,50	6,0	0,41	1,00	0,41
Мерке	703	192,1	270	0,49	0,50	1,50	6,0	0,29	1,00	0,29
Кулан	683	196,0	200	0,49	0,50	1,90	6,0	0,21	1,00	0,21
Умбет	512	207,6	100	0,49	1,00	3,00	5,0	0,10	2,20	0,05
Шолаккурган	481	218,1	130	0,50	1,50	3,00	5,0	0,12	2,50	0,03
Толеби	456	207,6	132	0,49	0,60	3,30	3,0	0,13	1,70	0,08
Мойынкум	351	200,0	132	0,50	0,90	3,50	3,0	0,14	2,00	0,07
Байкадам	338	211,5	135	0,48	1,00	4,50	3,0	0,13	2,50	0,05
Созак	317	211,4	105	0,49	1,50	4,50	4,0	0,10	2,50	0,04
Уланбель	266	203,7	105	0,50	1,50	5,00	3,0	0,10	2,50	0,04
Камкалы-кол	207	219,2	139	0,49	1,50	6,00	3,0	0,12	2,50	0,05

## Экологическое районирование бассейна реки Шу

Показатель	В естественных условиях (1920 г.)				В антропогенных условиях (2000 г.)			
	горный	предгорный	предгорный равнинный	равнинный	горный	предгорный	предгорный равнинный	равнинный
Общая площадь ландшафтов ( $F$ ), млн. га	15,00	20,80	25,78	138,78	15,00	20,80	25,78	138,78
Площадь освоенных ландшафтов ( $F_o$ ), тыс. га	-	2,08	2,57	13,88	-	33,10	69,35	39,42
Гидротермический коэффициент («индекс сухости») ( $R$ )	0,52...1,16	1,16...1,61	1,70...4,80	7,10...12,60	0,52...1,16	1,16...1,61	1,16...0,90	0,70...0,90
Интенсивность кругооборота воды ( $\bar{g} = \exp(-1,5 \cdot R)$ )	0,28370	0,25160	0,03877	0,00005	0,28370	0,25160	0,35700	0,44930
Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву ( $q_x^n$ )	0,53260	0,63780	0,91390	0,95120	0,53260	0,63780	0,67030	0,60650
Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ( $q_x^g$ )	0,46740	0,36220	0,08100	0,04880	0,46740	0,36220	0,32970	0,39350
Доля освоенных ландшафтов ( $E_{i(k)} = F_o / F$ )	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0016	0,0026	0,0003
Коэффициент негативной реакции человека на техногенные воздействия ( $\overline{NR}$ )	0,32000	0,16000	0,16000	0,32000	0,32000	0,16000	0,62000	0,75000
Коэффициент негативной реакции среды обитания на техногенные воздействия ( $nr$ )	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,52	0,65
Оценка экологического состояния объекта ( $\bar{\mathcal{E}} = 1 - q_x^n$ )	0,46740	0,36220	0,08100	0,04880	0,46740	0,36220	0,32970	0,39350
Объем сбрасываемых возвратных вод в реку ( $W_e$ ), км <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,115	0,327	0,000	0,089	0,600	0,105

Показатель	В естественных условиях (1920 г.)				В антропогенных условиях (2000 г.)			
	горный	предгорный	предгорный равнинный	равнинный	горный	предгорный	предгорный равнинный	равнинный
Объем речных вод ( $W_p$ ), км <sup>3</sup>	0,851	1,328	1,151	1,637	0,747	0,448	1,536	0,703
Доля объема возвратных вод сбрасываемых в реку ( $V_e$ )	0,00	0,00	0,10	0,20	0,00	0,20	0,40	0,15
Минерализации возвратных вод ( $C_e$ ), г/дм <sup>3</sup>	0,00	0,00	1,00	1,50	0,00	0,90	1,80	2,90
Степень ухудшения экологической обстановки речных бассейнов ( $\bar{\mathcal{E}} = 1 - \exp(-q_x^n \cdot C_e \cdot V_e)$ )	0,16	0,16	0,20	0,20	0,16	0,44	0,56	0,97



### Ландшафтное районирование

Ландшафты бассейна реки Шу весьма разнообразны, что обусловлено ее крайним географическим положением, большими колебаниями высот (от 207 до 3090 м), сложным орографическим и геолого-геоморфологическим строением, изменением климатических условий в зависимости от высотной географической поясности (табл. 4).

Таблица 4

Ландшафтное районирование территории бассейна реки Шу

Метеостанция	$H$ , м	$\bar{R}$	Ландшафт
Тюя-Ашу	3090	0,52	Луговые и лугово-степные в альпийском и субальпийском поясе
Алаарча	2945	0,73	
Каракуджар	2800	1,16	
Байтык	1579	1,03	Лугово-степной
Шамси	1556	1,52	
Кегеты	1400	1,61	
Орто-Арык	1190	1,70	Степной
Кордай	1145	3,30	
Чон-арык	1110	1,26	
Токмак	818	3,10	Равнинные полупустынные
Бишкек	756	2,10	
Мерке	703	3,40	
Кулан	683	4,80	Равнинные пустынные
Умбет	512	7,10	
Шолаккурган	481	12,60	
Толеби	456	7,10	
Мойынкум	351	7,70	Равнинные пустынные
Байкадам	338	9,10	
Созак	317	10,50	
Уланбель	266	10,00	
Камкалы-кол	207	11,00	

Как видно в табл. 4, «границы природных ландшафтов» бассейна реки Шу можно характеризовать через «индекс сухости» –  $\bar{R}$ .

**Почвенно-мелиоративное районирование территории бассейна реки Шу**

Почвенно-мелиоративное районирование ландшафтно-географических зон, как гидрогеолого-мелиоративное районирование, основано на энергетическом принципе процессов солепереноса, включающих в себя всю сумму природных факторов, которые влияют на процессы миграции солей в системе «почва – грунтовые воды»: климатические показатели, гидрогеологические условия и почвенные признаки ландшафта.

Для оценки почвенно-мелиоративного состояния ландшафтно-географических зон можно использовать эколого-мелиоративный потенциал ландшафта ( $\bar{M}$ ), характеризующий работу ( $\bar{A}_n$ ), совершаемую жидкостью в процессе выпадения атмосферных осадков, к отношению концентрации почвенного раствора ( $\bar{C}_n$ ), т.е. их можно рассматривать как способность системы «почва – грунтовые воды» и верхнего слоя почвы освободиться от легкорастворимых солей:  $\bar{M} = \bar{A}_n / \bar{C}_n$ , где  $\bar{M}$  – эколого-мелиоративный потенциал или мелиоративный показатель ландшафта;  $\bar{A}_n$  – работа, совершаемая в элементарном объеме потоков инфильтрационных вод в почвенном слое;  $\bar{C}^*$  – средняя концентрация солей в системе «поверхностная вода – почва – грунтовая вода» [14]:

$$\bar{A}_n = O_c / \left[ \frac{R}{L} - (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) \right],$$

$$\bar{C}^* = \left[ C_0 + (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) \cdot C_2 / O_c \right] / C_{дон},$$

где  $C_0$  – начальная концентрация почвенного раствора в почвенном слое;  $C_{дон}$  – допустимые концентрации солей в почвенном растворе, которые соответствуют параметру незасоленных почв;  $C_2$  – концентрация солей в грунтовых водах;  $(I-t)$  – время действия инфильтрации ( $t = T / 365$ ),  $T$  – продолжительность вегетационного периода;  $\bar{\Delta} = \Delta / 5$  – уровень грунтовых вод;  $\Delta$  – глубина залегания грунтовых вод.

Эта способность природной системы, характеризующаяся эколого-мелиоративными показателями ландшафта, имеет чрезвычайно важное значение в почвенно-мелиоративном районировании ландшафтно-географических зон (табл. 5).

Как видно из данных табл. 5 работа, совершаемая в элементарном объеме потоков инфильтрационных вод в почвенном слое ( $\bar{A}_n$ ), от горных

к равнинным зонам постепенно уменьшается, а средняя концентрация солей в системе «поверхностная вода – почва – грунтовая вода» ( $\bar{C}^*$ ), наоборот увеличивается. Следовательно, эколого-мелиоративный потенциал или мелиоративный показатель ландшафта ( $\bar{M}$ ), подчиняясь закону вертикальной зональности, уменьшается. Эта закономерность показывает имеющиеся возможности формирования процесса засоления почвы в равнинных частях бассейна реки Шу, в результате чего наблюдается ухудшение почвенно-мелиоративного состояния ландшафтов.

### Экологическое районирование территории бассейна реки Шу

В основу экологического районирования ландшафтно-географических зон положено определение оценки почвенно-экологической обстановки ландшафта или агроландшафта с использованием методологического подхода И.П. Айдарова и В.Х. Хачатурьяна [10], Ж.С. Мустафаева и А.Т. Козыкеевой [15], вытекающих из фундаментальных природных законов и, прежде всего, законов сохранения вещества и энергии, изменение которых вызвано антропогенными факторами. Наличие этих общих закономерностей позволяет проанализировать сложившуюся обстановку и тенденцию ее изменения в перспективе, и, следовательно, наметить основные принципиальные пути решения проблем (табл. 6).

На основе предложенного методологического подхода оценки состояния природной системы, экологическое районирование ландшафтно-географических зон можно произвести по приведенным коэффициентам негативной реакции на техногенные воздействия ( $NR$  – для человека;  $Pr$  – для среды обитания):  $\overline{NR} = NR / NR_{max}$ ;  $\overline{Pr} = Pr / Pr_{max}$ . Величина  $\overline{NR}$  и  $\overline{Pr}$  изменяется от 0 до 1, причем возрастание коэффициентов свидетельствует об ухудшении ситуации.

Приближенные зависимости для оценки этих параметров имеют вид [10]:

$$\overline{NR} = \left( \sum_{i=1}^n \bar{D}_i \cdot q_x \right) \sum_{i=1}^n E_i(r),$$

$$\overline{Pr} = \left( 1 - \frac{\bar{D}_{bb}}{D_{pb}} + q_x \right) \sum_{i=1}^n \beta^* E_i(k)$$

где:  $\bar{D}_i$  – включает заражение воздуха дефолиантами, использование подземных вод, загрязненных ядохимикатами, на питьевое водоснабжение и ухудшение качества воздуха при наличии в зоне техногенных выбросов от

промышленных объектов;  $\overline{D}_{pb}$  – использование на орошение речных вод;  $\overline{D}_{bb}$  – то же возвратных вод;  $\overline{E}_i$  – частные параметры ухудшения свойства компонентов (для человека это - динамика болезней, связанных с потреблением загрязненной воды и зарядением воздуха –  $\overline{E}_i(r)$ , для почвы сельскохозяйственной культуры – содержание в почве токсичных солей, для грунтовых вод – повышение их минерализации и уровня –  $\overline{E}_i(k)$ );  $\beta^*$  – поправочный коэффициент (для почв и грунтовых вод  $\beta^* > 1$ , сельскохозяйственных культур  $\beta^* = 1$ );  $q_x$  – интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почвы и грунтовые воды.

Величины  $\overline{E}_i(k)$  оцениваются по формуле:

$$\overline{E}_i(k) = F_0(k) / F_i(k),$$

где  $F_0(k)$  и  $F_i(k)$  – площади, характеризующие свойства компонентов (засоление, уровень грунтовых вод и др.) на природную систему, соответственно в  $t_i$  и  $t_0$ .

Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ( $q_x^{2g}$ ) и в почву ( $q_x^n$ ) оцениваются по эмпирическим зависимостям [10]:

$$q_x^{2g} = 1 - q_x^n, \\ q_x^n = \exp\left[-(\alpha \cdot \overline{g} + 1/R_\phi)\right],$$

где  $\alpha$  – постоянная, зависящая от вида ядохимикатов;  $\overline{g}$  – интенсивность инфильтрационного питания (в долях от нормы);  $R_\phi$  – инфильтрационное сопротивление.

Оценку экологического состояния объекта приближенно можно выполнить, используя имеющиеся проработки [10], по зависимостям:

$$\overline{\mathcal{E}} = 1 - q_x^n = 1 - \exp\left[-(\alpha \cdot q_w + p_i)\right],$$

где  $p_i$  – параметр, характеризующий комплекс природных условий.

Таким образом, приоритетность природопользования и природообустройства в бассейне реки Шу определяется на основе комплексной и многоплановой оценки создания природно-деятельностной системы для повышения уровня рационального использования водного и земельного ресурсов. При этом возможное преобразование природной системы в бас-

сейне реки Шу во многом зависит от географического положения, способности ландшафта противостоять антропогенной нагрузке, целесообразности регулирования биологического и геологического круговоротов для поддержания экологического равновесия.

### **Ландшафтно-экологическое районирование территории бассейна реки Шу**

При разработке методики интегральной оценки экологической продуктивности ландшафтов, позволяющей проведение ландшафтно-экологического районирования речных бассейнов мы исходили из следующих принципиальных положений:

– критерии оценки экологической продуктивности ландшафтов должны, с одной стороны быть типичными для всех географических зон, а с другой – наиболее достоверно отражать состояние компонентов природной системы;

– все виды районирования природной системы должны производиться на основе единого подхода, на основе безразмерных параметров, позволяющих проведение сравнительной оценки.

В связи с этим ландшафтно-экологическое районирование природных зон речных бассейнов должно обеспечить принцип учета динамических взаимосвязей ландшафтов, которые позволяют определить возможный максимальный потенциал энергетических ресурсов, использованных для формирования и функционирования отдельных компонентов ландшафтообразующей среды [9].

Экологическая продуктивность ландшафтов ( $K_s$ ) определяются соотношением таких осредненных индикаторных величин, как коэффициент продуктивности растений ( $K_p$ ) и почвы ( $K_n$ ):  $K_s = K_p \cdot K_n$ , где:  $K_p$  – коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность растительного сообщества:  $K_p = Y_i / ПУ$ , где  $K_n$  – коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность почвы:  $K_n = Q_i / Q_n$ , здесь  $Q_n$  – потенциально возможная энергия, затраченная на почвообразовательный процесс –  $Q_n = R \cdot \exp(-0,9 \cdot \alpha_0)$ .

Для интегральной оценки биоэкологической продуктивности растений можно использовать совокупность коэффициента использования биоэнергетических ресурсов растений ( $K_{\sigma_3} = R \cdot \eta_{эн} / 100 \cdot БП$ ) и эффективности использования атмосферных осадков ( $K_y = O_c / E_0$ ), т.е. показателя

теля биоэкологической продуктивности ландшафтов:  $П_{бэ} = K_{бэ} \cdot K_y$ , где  $БП$  – биоэнергетический потенциал растений, 10,47 МДж/(м<sup>2</sup> год);  $\eta_{ЭН}$  – коэффициент использования свободной энергии, который в естественных условиях равно 0,005.

На основе биологической продуктивности растительности ( $\bar{S}(\bar{R})$ ) и почвы ( $\bar{П}(\bar{R})$ ) можно оценить продуктивность ландшафтов:  $\overline{ПОЗ}(\bar{R}) = \bar{S}(\bar{R}) \cdot \bar{П}(\bar{R})$  [8]. Основной целью ландшафтно-экологического районирования территории бассейна реки Шу является пространственное размещение районов с различным уровнем продуктивности растительного покрова и почвы (табл. 7).

Таблица 7

Ландшафтно-экологическое районирование территории бассейна реки Шу

Метеостанция	H, м	$\bar{R}$	Показатель		
			$П_{бэ}$	$K_э$	$\overline{ПОЗ}(\bar{R})$
Горный					
Тюя-Ашу	3090	0,52	0,150	0,4130	0,05
Алаарча	2945	0,73	0,069	0,6400	0,07
Каракуджар	2800	1,16	0,043	0,7700	0,12
Предгорный					
Байтык	1579	1,03	0,053	0,9600	0,48
Шамси	1556	1,52	0,036	0,5170	0,52
Кегеты	1400	1,61	0,033	0,4430	0,46
Предгорный равнинный					
Орто-Арык	1190	1,70	0,032	0,4220	0,40
Кордай	1145	3,30	0,027	0,1030	0,35
Чон-арык	1110	1,26	0,069	0,7030	0,32
Токмак	818	3,10	0,042	0,1210	0,28
Бишкек	756	2,10	0,039	0,2860	0,28
Мерке	703	3,40	0,027	0,0960	0,15
Кулан	683	4,80	0,020	0,0350	0,15
Равнинный					
Умбет	512	7,10	0,014	0,0080	0,07
Шолаккурган	481	12,6	0,010	0,0006	0,10
Толеби	456	7,10	0,013	0,0080	0,08
Мойынкум	351	7,70	0,013	0,0075	0,06
Байкадам	338	9,10	0,013	0,0023	0,05
Созак	317	10,5	0,012	0,0011	0,04
Уланбель	266	10,0	0,010	0,0014	0,04
Камкалы-кол	207	11,0	0,013	0,0008	0,04

Полученные результаты оценки экологической продуктивности ландшафтов бассейна реки Шу показали, что коэффициенты экологической продуктивности ландшафтов ( $K_{\text{э}}$ ) варьирующие от 0,006 до 0,960, интегральный модуль экологической продуктивности ландшафтов ( $\overline{ПОЗ(\bar{R})}$ ) – от 0,04 до 0,52 и оценка биоэкологической продуктивности ландшафтов ( $\overline{P_{\text{эз}}}$ ) – от 0,01...0,15, характеризуют экологический потенциал ландшафтов, который прямо зависит от законов вертикальной поясности географической системы.

#### **Выводы**

1. Системный анализ принципов и подходов проведения районирования природной системы показали, что основная их цель – выделение географических районов на иерархическом уровне по состоянию компонентов природной системы, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов.
2. Предложены методологические подходы многокритериальной оценки экологической продуктивности ландшафтов, обеспечивающих проведение всестороннего анализа формирования и функционирования природной системы.
3. В основу ландшафтно-экологического районирования, включающего природно-климатическое, гидролого-климатическое, почвенно-экологическое, ландшафтное, гидрогеохимическое, почвенно-мелиоративное и экологическое, были положены критерии оценки продуктивности климата и экологической продуктивности ландшафтов.
4. Результаты многокритериального районирования бассейна реки Шу позволяют уточнить общие энергетические и производственные оценки природных ресурсов и сбалансированное размещение сельскохозяйственного производства.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Рязанцева З.А. Климат Киргизии. – Фрунзе, Кыргызстан, 1966. – 178 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные. Ч. 1-6, Вып. 18, КазССР. Книга 2. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные. Ч. 1-6, Вып. 32, Киргизская ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
4. Почвы долины реки Чу. – Алма-Ата, Наука, 1971. – 374 с.
5. Розанов А.Н. Почвы Чуйской впадины. Фрунзе, 1959. – 250 с.

6. Никольский Ю.Н., Шабанов В.В. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация, 1986, №9. – С. 52-56.
7. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / Под ред. В.С. Мезенцева – М.: Колос, 1974. – 240 с.
8. Мустафаев Ж.С., Адильбектеги Г.А., Сейдуалиев М.А. Экологическая оценка продуктивности ландшафтов бассейна реки Шу (Аналитический обзор), Тараз, 2004. – 80 с.
9. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель, Тараз, 2004. – 306 с.
10. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейна Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство, 1990, №12. – С. 5-12; 1991, №1. – С. 2-9.
11. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974. – 120 с.
12. Каримов Э.К. Улучшение эколого-мелиоративного состояния и повышение продуктивности орошаемых земель в Узбекистане (на примере Голодной и Каршинской степей) // Автореферат дисс. д-ра техн. наук.- М., 1997.- 50 с.
13. Природы моделей и модели природы / Под ред. Д.М. Гвишиани. М.: Мысль, 1986. – 270 с.
14. Мустафаев Ж.С., Байманов Ж.Н., Козыкеева А.Т., Ахметов Е., Мустафаева Л.Ж. Методологические основы кадастровой оценки земельных ресурсов природных систем // Природопользование и проблемы антропосферы / Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2003, №1(9). – С.131-138.
15. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. О методике экологической оценки природной среды // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане / Труды КазНИИВХ, Алматы, РНИ «Бастау», 1997. - С.128-133.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

### **ШУ ӨЗЕНІНІҢ САЛАСЫН ЛАНДШАФТЫҚ – ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА АУДАНДАСТЫРУ**

Техн. ғылымд. докторы Ж.С. Мұстафаев  
Г.А. Адильбекте-  
ги

*Мақалада Шу өзенінің саласын; құрамына табиғи-климаттық, гидрлогиялық-климаттық, топырақ-экологиялық, ландшафтық, топырақ мелиоративтік, экологиялық және ландшафтық-экологиялық тұрғыда аудандастырудың, көп салалы нәтежесі берілген.*

УДК 551.506.2:551.506.51(574)

**ОПЕРАТИВНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ  
УРОВНЯ ВОДЫ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ  
КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

Канд. геол.-мин. наук

Канд. техн. наук

Канд. геогр. наук

Т.К. Кудеков

С.П. Шиварева

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

*В статье описан автоматизированный метод прогноза (расчета) краткосрочных колебаний уровня воды в казахстанской части Каспийского моря, основанный на датской технологии MIKE-21. Приведена блок-схема автоматизированного расчета уровня Каспийского моря.*

Важнейшим условием развития специализированного гидрометеорологического обслуживания является расширение сети наблюдений, разработка новых методов специализированных прогнозов, позволяющих повысить качество прогноза, форм представления и доведения гидрометеорологической информации ее потребителям.

Атырауская и Мангистауская области являются уникальными для Казахстана морскими регионами, географическое положение которых обязывает заниматься задачами наблюдения и контроля на Каспийском море, разрабатывать и поддерживать работоспособность и эффективность систем предупреждения об опасных метеорологических и морских явлениях. Оперативный сбор информации с постов наблюдения необходим для контроля за состоянием окружающей среды в регионе, составления прогнозов опасных морских явлений и своевременного предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного характера. В состав морской сети на Каспийском море входят 7 пунктов, на которых выполняется комплекс стандартных метеорологических и морских гидрометеорологических наблюдений (за уровнем моря, температурой, химическим составом воды, волнением, состоянием льда, скоростью течения и т.д.) (рис. 1). Наблюдения проводятся четыре раза в сутки (00, 06, 12, 18 час по гринвичскому времени). Оперативная информация о гидрометеорологических наблюдениях направляется в Казгидромет и другие заинтересованные организации еже-

дневно в виде закодированных телеграмм (по кодам КН-01, КН-02), в соответствии с планом подачи информации, утвержденным Казгидрометом, по радио или электронной почте.



*Рис. 1. Схема расположения пунктов наблюдений и прогнозирования уровня Каспийского моря*

При оперативном анализе информации, непрерывно поступающей по имеющимся каналам связи, могут использоваться данные от других систем наблюдения, к примеру, материалы дистанционного зондирования Земли. Но все эти разрозненные во времени и пространстве данные должны увязываться с помощью единой модели состояния моря и атмосферы, построенной на основе непрерывного численного моделирования гидрофизических процессов в морской акватории. Комплексное решение такой задачи облегчается замкнутостью Каспийского моря

На динамику уровня Каспийского моря значительное влияние оказывают изменения анемобарических условий, которые не отличаются устойчивостью; в связи с этим колебания уровня моря (синоптического временного масштаба) бывают ярко выражены. При сгонно-нагонных явлениях анемобарического происхождения, которые могут быть охарактеризованы как длинные волны с периодами от часов до нескольких суток, уровень моря может измениться на 1,5 ... 2,5 м. Особенно опасными являются нагоны в мелководных районах моря с низменным побережьем, на котором они вызывают наводнения. На рисунке 2, в качестве примера, приведен снимок района северо-восточного побережья, сделанный при прохождении штормового нагона в мае 2003 г.



*Рис. 2. Затопление 20 км полосы северо-восточного берега Каспийского моря в результате опасного нагона в мае 2003 г. Под водой находится автодорога, видны наносы тростника (фотография П.В. Веселова).*

Статистика сгонно-нагонных явлений в северо-восточном Каспии (по данным МГ Пешной) показывает, что в среднем в месяц происходит 3...5 нагонов и 5...6 сгонов воды различной интенсивности. Наибольшая частота и высота нагонов в этой части моря отмечаются обычно весной и осенью. Подъем уровня моря до 1 м возникает при скорости ветра 10...15 м/с и продолжительности от 10...12 часов до 1...2 суток. При сильных ветрах со скоростью 15 ... 25 м/с их высота достигает 1,0...1,5 м и более (рис. 3).

Не меньшую опасность для побережья представляют сгоны воды. При сгонах падение уровня моря в Северном Каспии может достигать 2,5 м (рис. 3). Это приводит к нарушению работы водозаборов, обмелению портовых акваторий и судоходных морских каналов, сокращению площадей нерестилищ и площадей нагула ценных промысловых рыб, в первую очередь – осетровых, изменению ландшафтной структуры прибрежных территорий, опустыниванию прибрежных районов. В открытой, более от-

даленной от берега части моря при значительных сгонах ухудшаются условия для прохода судов, и они идут с недогрузкой.

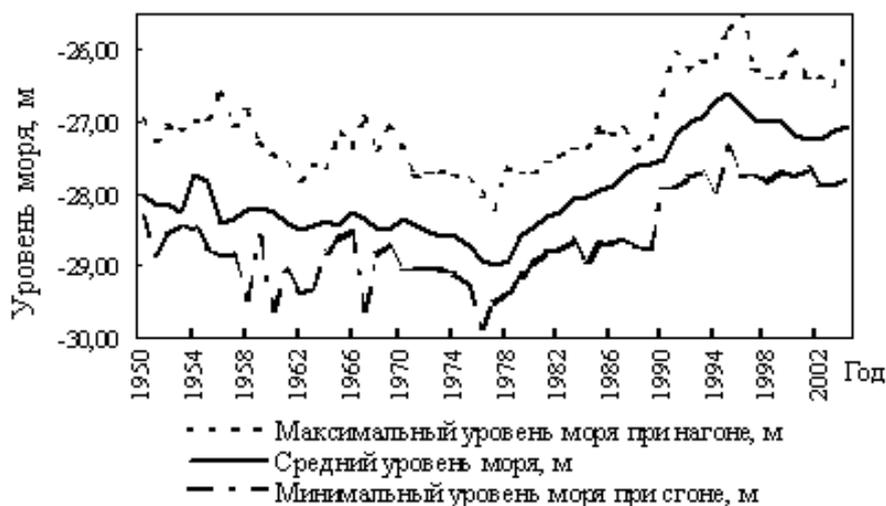


Рис. 3. Колебания уровня Каспийского моря во время сгонно-нагонных явлений.

Изучение трансформации морских нагонных волн в прибрежной зоне и динамики наката на берег представляет как теоретический, так и прикладной интерес. Внимание к практической стороне этих задач обусловлено прежде всего тем, что затопление берега нагонными водами часто вызывает катастрофические последствия. Поэтому при проектировании и защите гидротехнических и гражданских сооружений на одно из центральных мест выдвигаются прогнозы уровня моря, полученные с помощью численного моделирования, которое с развитием вычислительной технологии и численных методов становится все более совершенным.

В настоящее время наиболее подходящей физико-математической моделью изучения процесса наката и отражения волн являются гидродинамические уравнения мелкой воды [1, 3]. Система именно таких уравнений решается гидродинамическим модулем модели MIKE-21, разработанной в Датском гидравлическом институте [5-8] и адаптированной к мелководным условиям Северного Каспия. Эта модель и является структурным элементом технологической линии оперативной системы прогнозирования штормовых нагонов с заблаговременностью до 120 часов.

Система позволяет получать по каналам связи метеорологическую информацию из Европейского Центра среднесрочных прогнозов погоды

(ЕЦСПП, Великобритания), гидрологическую – с казахстанских станций на Каспийском море, обрабатывать ее и в кратчайшие сроки составлять все необходимые прогнозы. Использование метеорологических прогнозов позволяет обеспечить упреждающее моделирование возможных последствий от штормовых нагонов. Данная система успешно внедрена в оперативную практику РГП «Казгидромет», где ежедневно проводится расчет уровня Каспийского моря на основе информации о ветре и атмосферном давлении, поступающей из ЕЦСПП через Интернет в коде GRIB. Общая структура технологии автоматизированного метода прогноза (расчета) уровня моря показана на рис. 4.

Начальный уровень моря определяется по данным наблюдений на сети морских гидрологических станций, поступающим по каналам связи. Если рассчитанный уровень моря достигает отметок, близких к возникновению критических, опасных и особо опасных нагонов и сгонов, выпускается прогноз уровня моря и штормовое предупреждение о сгонно-нагонных явлениях. Форма представления прогноза: текст, график хода уровня на каждый час с заблаговременностью 120 ч., предупреждение о возможных последствиях (затопление, разрушение дамб, ухудшение условий плавания).

Для улучшения качества расчета уровня моря с применением модели нагонов, учитываются ежегодные колебания уровня воды и сезонная специфика. Для этой цели в модель вводятся средние величины основных элементов водного баланса (речной сток и «видимое» испарение) и информация о ледовых условиях.

Для получения более точной оценки речного стока необходимы его фактические данные и среднесрочный прогноз стока заблаговременностью до 5 суток на ежедневной основе. Однако, на момент составления прогноза уровня моря получить такую информацию для Каспийского моря не представляется возможным. Поэтому для ввода в модель величина речного стока определяется как средний сток воды за последние десять лет. Установлены модельные координаты пяти, так называемых, источников (рр. Волга, Урал, Кура, Сулак, Терек и Самур). Объединение стока рек Терек и Самур в один источник обусловлено близким географическим расположением их устьев. В результате проведенных исследований установлены ряды многолетнего речного стока основных рек, впадающих в Каспийское море, при выполнении условия, что дискретность временного разрешения хронологических рядов – один месяц.

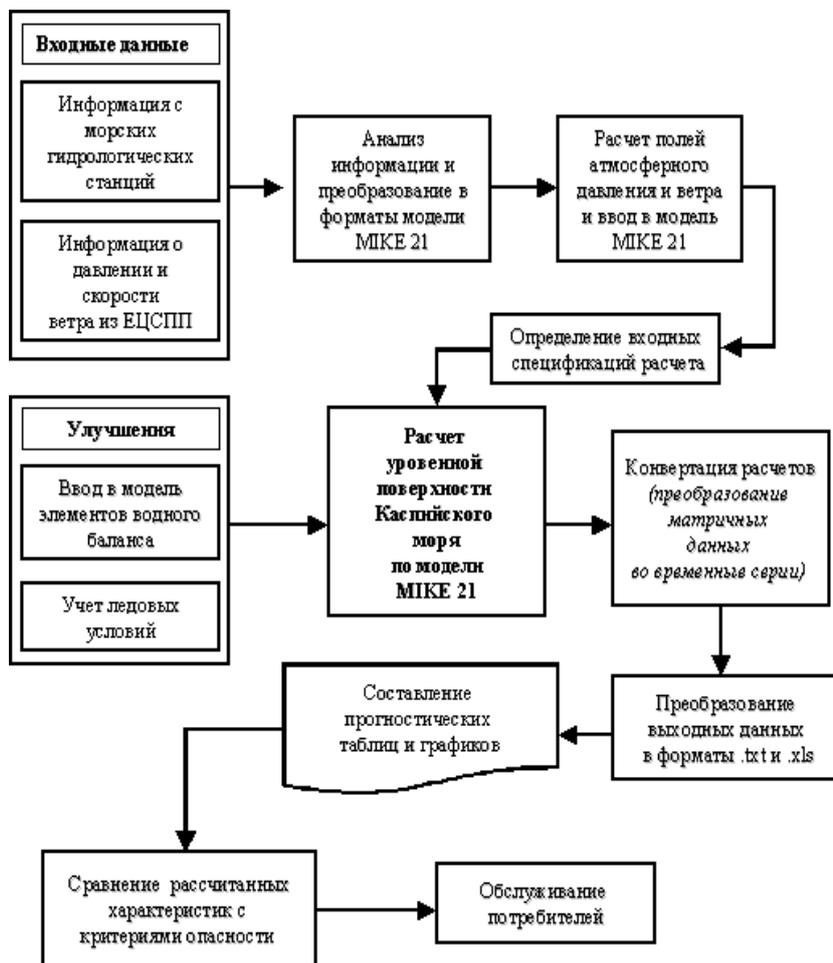
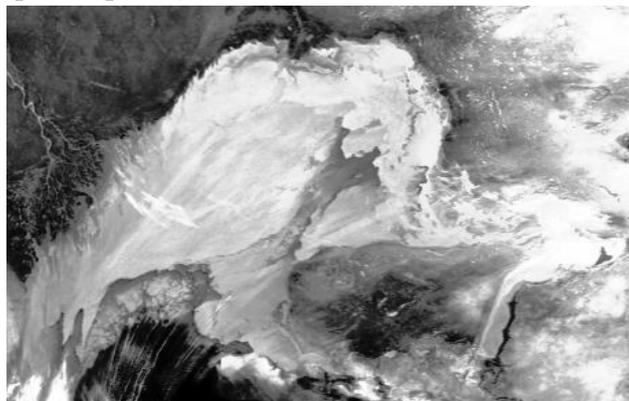


Рис. 4. Блок-схема автоматизированного расчета уровня Каспийского моря.

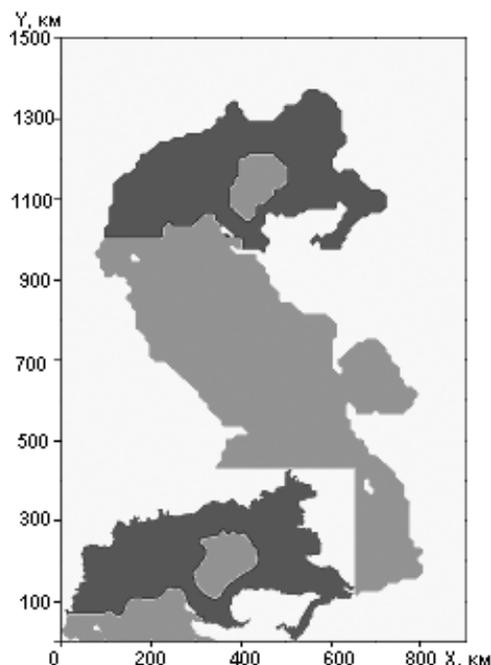
Очевидно, что ввод в модель только характеристик речного стока приведет к искажению водного уровня. Поэтому следующей задачей по улучшению качества прогнозов уровня моря стал учет в модели рассчитанных величин «видимого» испарения (осадки за вычетом испарения) с поверхности Каспийского моря. Поскольку модель штормового нагона не предназначена для моделирования элементов водного баланса, временные ряды испарения рассчитаны по модели водного баланса, разработанной Робинот Вардлоу (*Robin Wardlaw, 2000*) [7]. В качестве фонового уровня Каспийского моря использовался современный уровень, равный минус 27 м, который в дальнейшем может быть модифицирован [2].

Каспийское море относится к морям с сезонным ледовым покровом и отличается большой неоднородностью развития ледовых процессов из-за различных климатических условий в разных частях моря. В зависимости от особенностей атмосферных процессов, развивающихся над морем, степени аномалий термических условий в предзимье и зимой, на Каспийском море формируется своеобразная для каждого года ледовая обстановка. Ледовый период в Каспийском море охватывает три естественно-синоптических сезона: осень (предзимье) – с октября по декабрь; зиму – с января по март и весну – с конца марта по май [4]. Анализ литературных источников и натурных наблюдений показал, что Северо-восточный Каспий является районом со 100 % вероятностью образования льда в течение холодного периода (рис. 5).



*Рис. 5. Ледостав на Северном Каспии (космический снимок со спутника NOAA, 7 февраля 2004 г.)*

Не вызывает сомнения, что состояние ледового покрова также необходимо учитывать при моделировании уровня поверхности. Модель MIKE-21 позволяет это сделать, при условии наличия модельных карт ледового покрытия для различных периодов ледообразования и разрушения ледового покрова. При создании таких карт были проанализированы все имеющиеся материалы наблюдений и определены характерные даты изменения ледового покрова. Для этой цели использовались космические снимки за различные годы, а также материалы наблюдений по казахстанским станциям. На основе анализа космических снимков и данных наблюдений средствами MIKE-21 были составлены модельные карты ледовых полей для расчетной сетки с шагом 10 на 10 км и более точные карты Северного Каспия с шагом 2 на 2 км для определенных периодов (рис. 6).



*Рис. 6. Модельные карты ледового поля Северного Каспия для расчетных сеток с шагом 10×10 и 2×2 км на период с 1 по 28 февраля для средней зимы.*

На рис. 6 приведен пример модельных карт ледового поля Северного Каспия для сеток с шагом 10×10 и 2×2 км на период с 1 по 28 февраля для средней зимы. В оперативном режиме в течение зимнего сезона вводимая в модель карта при необходимости может корректироваться с учетом фактической информации о ледовой обстановке. Учет ледовых условий и основных элементов водного баланса при моделировании позволяет улучшить качество расчетов и добиться хорошего совпадения измеренных и рассчитанных уровней моря.

Как показали результаты оценки точности и эффективности краткосрочных и среднесрочных прогнозов уровня Каспийского моря, оправдываемость автоматизированного метода прогноза на 3 суток в среднем составляет 92 %, на 5 суток – 86 %, и, следовательно, использование метода является целесообразным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивкина Н.И. Опыт применения гидродинамической модели MIKE 21 для прогнозирования сгонно-нагонных явлений на Каспийском море // Гидрометеорология и экология. – 1998. – № 1-2. – С. 105–112.

2. Йенсен Х.Р., Ивкина Н.И., Строева Т.П. Некоторые результаты тестирования системы предупреждения штормовых нагонов на Каспийском море // Гидрометеорология и экология. – 2002. – №1. – С. 93-100.
3. О методике прогноза нагонов на казахстанском побережье Каспийского моря // Шиварева С.П., Ивкина Н.И., Строева Т.П. и др. // Материалы Межд. науч.-практ. конф. «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы: КазНИИМОСК. – 2001. – С. 125-137
4. Оценка условий замерзания мелководной части Каспийского моря / Отчет о НИР, Алматы. – 2002. – 61 с.
5. Skill assessment of an operation hydrodynamic forecast system for North Sea and Danish Belts // Vested H.J., Woge Nielsen J., Jensen H.R. and Bolding Kristensen K. // Quantitative skill assessment for coastal ocean models. – 1995. – Vol. 47. – P. 373-396.
6. Vieira J., Fons J., Kofoed-Hansen H. Statistical and hydrodynamic models for the operational forecasting of floods in the Venice Lagoon // Coastal engineering. – 1993. – Vol. 21, № 4. – P. 301-331.
7. Wardlaw R.B. Caspian Sea water balance studies: model update report. Caspian Environmental Programme (CEP\_II, EU funded), Almaty, November 2000. –17 pp.
8. Warren I.R., Bach H.K. MIKE 21 – a modeling system for estuaries, coastal waters and seas // Environmental software. – Vol. 7. – № 4. – 1992. – P. 229-240.

Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

САЗАСТАН БҒЛІГІНДЕГІ КАСПИЙ ТЕҰІЗІНІҰ СУ ДЕҰГЕЙІНІҰ  
АУЫТСУЫН БОЛЖАУДЫҰ ОПЕРАТИВТІ ЖҰЙЕСІ

Геол.-мин. Ұлымыд. канд.

Т.К. Құдеков

Техн. Ұлымыд. канд.

С.П. Шиварева

Геогр. Ұлымыд. канд.

Н.И. Ивкина

Т.П. Строева

**Мајалада Сазајстан бҒлігіндегі Каспий теҰізініҰ су деҰгейініҰ ауытжуын јысја мерзімге болжаудыҰ (есептеудіҰ), МІКЕ-21 даниялыј технологиясына негізделген автоматтандырылған „дісі сипатталған. Каспий теҰізініҰ деҰгейін автоматты тІрде есептеудіҰ блок-Ілгісі келтірілген.**



Таким образом, цель и задачи исследования состоят в том, чтобы на основе зарубежного опыта в решении теоретических и практических проблем, связанных с учетом воды, разработать усовершенствованный механизм, способный повысить эффективность орошаемого земледелия на примере оросительного земледелия Арысь-Туркестанского канала (АТК).

Для достижения поставленной цели авторами поставлены следующие задачи:

- провести анализ современного состояния АТК;
- оценить орошаемые площади по типам сельскохозяйственных культур при использовании спутниковых изображений и программного комплекса ERDAS;
- провести расчеты водопотребления сельскохозяйственных культур и определить объемы водопотребления с использованием методов, основанных на использовании дистанционного зондирования с помощью программ;
- сравнить и сопоставить результаты полученные различными методами;
- определить и сопоставить комплексный метод, использующий систему автоматического контроля и учета воды для точного регулирования подачи воды на оросительные площади.

Практическая значимость статьи состоит в том, что содержащиеся в ней теоретические, методические и практические разработки, выводы и рекомендации позволят определить направления совершенствования государственного контроля и учета воды и приступить к планомерному внедрению системы Комплексной Автоматизированной Системы Контроля Учета Воды (АСКУВ).

На исследованном объекте ирригационная система состоит из водозаборного узла на р. Арысь, магистральных каналов Арысьского, Туркестанского, Бугуньского водохранилища и массивов орошения. Арысьская часть канала соединяет р. Арысь с Бугуньским водохранилищем. Длина его 60 км, пропускная способность – 45 м<sup>3</sup>/с, среднемноголетний сток рек Арысь и Бугунь составляет около 1000 млн. м<sup>3</sup>, основное назначение канала – транспортирование воды в водохранилище. Туркестанский магистральный канал (ТМК) берет начало из Бугуньского водохранилища. Длина его – 140 км, расход в голове – 45 м<sup>3</sup>/с. На своем пути канал пересекает многочисленные водотоки, стекающие с юго-западных стоков гор Каратау. В том числе такие реки, как: Чаян, Арыстанды, Икансу, Чага и Карачик. Эти реки частично сбрасывают свой сток в канал. Вся вода, поступающая с гор, разбирается на орошение, поэтому ни одна из рек не доходит до р. Сырдарья.

Наличие информации о современном состоянии канала, его протяженности, стоках рек, впадающих в АТК позволила приступить к дальнейшему изучению канала, но уже с помощью высоких технологии спутниковых систем. Следующим шагом работы по определению площадей, это проведение комплексных расчетов с помощью программы ERDAS на базе космических снимков [1].

### Определения площадей и типа культур с мощью программы ERDAS

Используя спутниковые изображения, произвели спектральный анализ полученного снимка с помощью программного обеспечения ERDAS Image и уточнением площадей и типа культур при помощи JPS в натуральных условиях. Далее осуществляем предварительную обработку полученного изображения. Предварительная обработка – это улучшение изображения и точности для последующей обработки. Предварительная обработка включает яркостную коррекцию, геометрическую коррекцию, удаление шумов и др.

Далее осуществляются следующие виды коррекции:

- геометрическая коррекция – геометрическая трансформация исходного изображения;
- яркостная коррекция – функции улучшающие исходное изображение используя при этом значение пикселя в каждом отдельном канале;
- пространственная коррекция – эти функции трансформируют исходный снимок, используя индивидуального пикселя и окружающей пикселей;
- спектральная коррекция – эти функции изменяют исходный снимок, трансформируя значения каждого пикселя на многоканальной основе.

В результате дешифрирования снимка, определяются виды культур, на каких площадях возделывается и какую площадь занимают [2].

Для АТК полученные результаты приведены в (табл. 1)

Таблица 1

Результаты расчета определения площадей для каждой культуры

Культура	Возведенные площади	
	га	%
Хлопок	46346	73,8
Бахчевые культуры	6280	10
Овощные культуры	5024	8
Люцерна	1884	3,0
Кукуруза	314	0,5
Пшеница	2512	4
Подсолнух	628	0,1
Всего	62800	100

Оценка полученных результатов и их сопоставление с фактическими площадями возделывания показали, что погрешность результатов составляет менее 6 %. Таким образом, применение спутниковых снимков Landsat-7, и их обработка гарантирует точность при определении площадей и типов культур на участках исследуемой территории.

Для определения водопотребления сельскохозяйственных культур расчетным методом использовали рекомендованный FAO метод Пенмана–Монтеса. Исходные данные: максимальная и минимальная суточная температура воздуха, среднесуточная скорость ветра, среднесуточная относительная влажность воздуха, среднесуточный уровень солнечной радиации, и сумма осадков были получены при помощи автоматической метеорологической станции установленной на орошаемой площади засеянной хлопком в поселке Старый Икан Туркестанского района Южно-Казахстанской области.

Результаты расчета испаряемости с поверхности земли по методу Пенмана–Монтеса приведены в табл. 2.

Таблица 2

Климатические данные и результаты расчета испаряемости с  $E_{t0}$  поверхности земли на Арысь-Туркестанской оросительной системе

Месяц	Осадки, мм	Температура		Влажность, %	Солнечные дни, %	Скорость ветра, м/с	$E_{t0}$ , мм/день
		max	min				
Январь	55,2	12	-12,7	84	78,06	2,12	0,6
Февраль	69,7	20,5	-1	80	77,86	2,65	0,9
Март	43,2	24	-6,6	71	76,13	2,66	1,8
Апрель	13,1	30,8	-2	64	80,33	2,67	3,6
Май	22,4	39,9	8,3	50	86,77	2,86	5,2
Июнь	3,3	42,2	12,5	40	90,33	3,10	6,8
Июль	6,4	39,5	14,2	53	88,71	3,04	7,2
Август	7,1	40	13,7	47	99,03	2,49	6,2
Сентябрь	0,3	35,8	7,1	55	97,00	2,01	4,35
Октябрь	5,2	31,7	1,4	61	93,87	2,13	2,25
Ноябрь	5,4	19,6	-5,4	81	72,00	2,59	1,1
Декабрь	4,1	16,2	-6,6	85	83,87	2,16	0,6

#### Алгоритм расчетов на базе метода SEBAL

Для определения водопотребления сельскохозяйственных культур по спектральным спутниковым изображениям был использован метод SEBAL, который основан на определении энергетического баланса поступающей и отраженной солнечной радиации. Данным методом по спектральным изображениям определяется поступающая и отраженная солнечная

радиация в режиме реального времени, которая зависит от густоты сельскохозяйственных культур на единицу площади, влажности почв в данный момент, затенённости области облаками и др.

Алгоритм теплового баланса для поверхности Земли (SEBAL) был разработан для вычисления распределения энергии в реальном масштабе с минимальными данными спутниковых наблюдений. SEBAL был испытан на различных оросительных системах в Египте, Индии, Шри-Ланке, Пакистане и Аргентине, для диагностики равномерности водо-потребления сельскохозяйственными культурами по площади и оценки дефицита воды при орошении сельскохозяйственных культур. Данные, полученные со снимка были обработаны, и подготовлены для дальнейшего расчета по методу SEBAL.

Сравнение результатов, полученных методом SEBAL с использованием космических снимков, и Penman-Monteith с биологическими коэффициентами сельскохозяйственных культур показали, что погрешность составляет до 35 %. Это свидетельствует о более высокой точности метода Sebal, так как расчет по этому методу идет в режиме реального времени, т.е. по реальным данным с определенной области. Таким образом, метод Sebal выглядит как более приемлемый для расчета водопотребления сельскохозяйственных культур (табл. 3).

Таблица 3

Результаты сравнения двух методов SEBAL и Penman-Monteith, мм/день

Культура	$ET_{P-M}$	$ET_{RS}$
Хлопок	6,51	4,60
Люцерна	5,36	3,60
Бахчевые	5,20	3,50
Овощи	3,98	3,10
Кукуруза	6,95	5,90
Пшеница	5,68	4,55

Проведенные исследования и полученные результаты показали, что эвапотранспирация более точно может быть определена по спектральным спутниковым изображениям при помощи алгоритмов Sebal.

#### **Автоматическая система контроля и учета**

Основной задачей исследования является создание автоматизированной системы контроля и учета стока на базе Комплекса Технических Средств, разработанных в Алматинском Институте Энергетики и связи «АИЭС-энергетика+». Предполагается следующая организация АСКУ в центральной диспетчерской службе Комитета водных ресурсов Министер-

ства сельского хозяйства в Астане. Здесь устанавливается главный комплекс информационного обеспечения АСКУСВ АТК. Данный комплекс соединит информационную базу Агентства по ЧС и региональные комплексы АСКУСВ в единую систему, осуществляющую интеграцию информационных потоков и контроль водопотребления по всему каналу.

В Южно-Казахстанской области в городе Чимкент, предлагается установить комплекс информационного обеспечения, включающий подсистему сбора и передачи данных, подсистему телекоммуникаций и подсистему отображения, хранения и управления данными по водопотреблению. На створах гидрометрических постов водохранилища Бугунь и рек, впадающих в канал (Чаян, Арыстанды, Икансу, Чага и Карачик) располагаются измерительные комплексы контроля и учета водопотребления, включающие расходомеры, уровнемеры и датчики температуры. Кроме этого устройства сбора данных (УСД) и преобразователи интерфейсов, посредством которых осуществляется автоматический сбор данных и передача в локальный комплекс информационного обеспечения.

Точки учета и контроля водопользования это специально оборудованные эксплуатационные гидрометрические посты, выбираются на устойчивом или облицованном участке канала, где он не будет подвергаться деформации, заилению, зарастанию и испытывать влияние переменного во времени подпора или спада воды ниже расположенного сооружения. Сооружения любого из типов должны быть оснащены приборами для регистрации уровня и расхода воды с унифицированными электрическими аналоговыми и/или цифровыми сигналами.

По АТК предлагается установить 32 пункта учета (рис. 1).

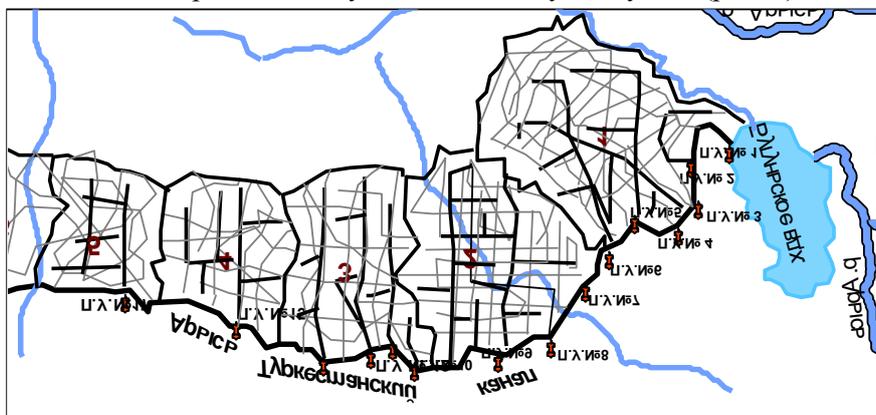


Рис. 1. Предлагаемая схема расположения гидрометрических постов на АТК.

**Назначение системы:** стратегия управления водными ресурсами АТК базируется на решении следующих основных задач:

- Оперативный учет и контроль речного стока и полного водобаланса, контроль запасов и качества воды в водохранилище Бугунь и АТК;
- Непрерывный контроль и учет стока воды по створам гидрометрических постов во всех частях АТК, включая ее притоки, системы орошения;
- Непрерывное и систематическое формирование оперативной информации о расходе и отметке горизонта (уровня) воды реки по поперечному профилю створа каждого гидрометрического поста, установленного на АТК.

**Цель создания системы:**

- Непрерывный контроль режима канала и работы его оросительных систем для правильного рационального их использования;
- Сбор с заданным интервалом, обработка и выдачу информации об использовании воды в канале в реальном масштабе времени по каждому гидрометрическому посту;
- Создание информационной базы по ежечасным, среднесуточным, среднедекадным, среднемесячным и среднегодовым расходам, по створам во всех частях канала, включая его притоки, системы орошения;
- Хранения информации с необходимой ретроспективой;
- Документирование и выдача отчетов.

**Структура АСКУСВ на АТК**

АСКУСВ АТК – это многоуровневая, иерархическая система, обеспечивающая автоматизированный учет и контроль режимов водопотребления и водохозяйственного баланса в водохранилище Бугунь, во всей оросительной системе канала и в целом по южному региону Республики Казахстан.

Структурная схема системы показана на (рис. 2). Система представляет собой трехуровневую, иерархическую информационно-вычислительную сеть с распределенной обработкой информации, объединяющую следующие уровни:

- центральный уровень;
- региональный уровень;
- локальный уровень.

**Устройства сбора данных**

Это устройства в специальном промышленном исполнении, предназначенные для сбора данных со счетчиков, предварительной их обра-

ботки и передачи в специализированный вычислительный комплекс, который собран на основе мощного компьютера.

Устройства сбора данных, установленные на контролируемых пунктах, обеспечивают

- прием импульсных сигналов от электронных счетчиков;
- прием данных от датчиков телесигнализации;
- прием импульсных сигналов от расходомеров и уровнемеров (снабженных устройством формирования импульсов) газа, жидкости, пара, и уровня жидкости на емкостях;
- прием стандартных аналоговых токовых сигналов от расходомеров газа, жидкости, пара и уровня жидкости на емкостях, датчиков температуры, давления, перепада давления, а также датчиков напряжения, тока и мощности;
- предварительную обработку полученных данных от расходомеров, электрических счетчиков, датчиков и их передачу по каналам связи в СВК.

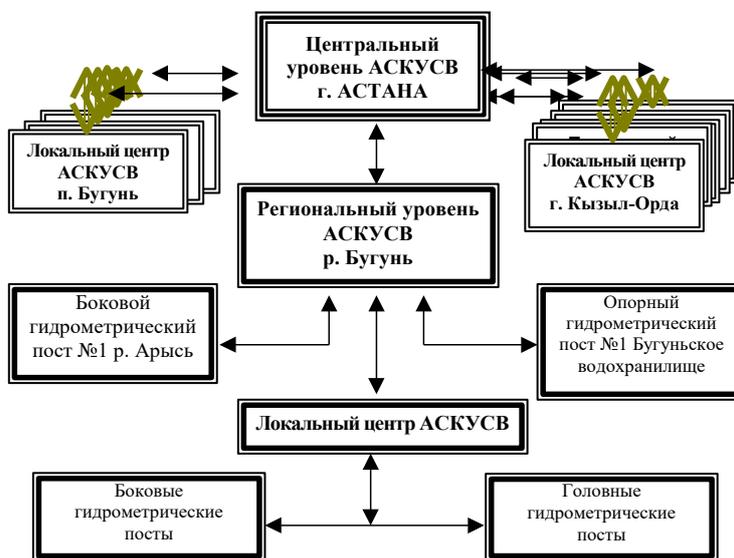


Рис. 2. Структурная схема системы.

Данные технические средства сбора данных, предназначены для обмена информацией с периферийными устройствами, такими как устройства сбора данных, преобразователи, и обеспечивают работу по двухпроводным линиям симплексной и полудуплексной связи. Они представляют собой платы, которые устанавливаются вне компьютера. Технические средства сбора данных позволяют получить:

- информацию и базу данных, которые будут служить основанием для решения возникающих межгосударственных и региональных проблем по использованию гидропотенциала в Южных областях;
- оперативную информацию по скорости, из Бугуния по всему оросительному массиву, которая предотвратит возможные чрезвычайные ситуации и снизит риск огромных ущербов для Южных регионов Казахстана;
- жестко поставленный автоматизированный учет и контроль, позволит стабилизировать экологическую проблему Казахстана.

В программном обеспечении КТС «АИЭС-энергетика+» (версия 6) реализована технология «клиент-сервер». Клиентская и серверная части могут устанавливаться как на одном, так и на разных компьютерах, объединенных в локальную вычислительную сеть. Использование современных WEB-технологий, в том числе Internet и Intranet, позволяет готовить и публиковать документы в формате HTML.

Таким образом применение космической информации для определения оросительных площадей и расчета испарения, являясь мощным средством, не обеспечивает полной временной информацией о рациональном использовании водных ресурсов.

Обзор существующих систем по контролю и управлению водными ресурсами позволил выбрать и рекомендовать комплексную систему, базирующуюся на данных спутниковых снимков, информации с метеорологических станций и данных современных автоматизированных систем контроля и учета водных ресурсов АСКУВР. Предлагаемый комплексный механизм современных средств расчета учета и контроля использования воды позволит определить очаги потерь и хищения воды и стабилизировать проблему дефицита воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрасилов С.А. Оценка устойчивости русла реки Сырдарья // Экологические проблемы водных ресурсов и орошаемых земель. – 1970, Вып. 8. – 85 с.
2. Определение гидрографических характеристик по картографическим материалам. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 34 с.
3. Ресурсы поверхностных вод. Том 12, 13, Вып. 2, Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 85 с.

Алматинский Институт Энергетики и Связи  
Республиканское государственное предприятие «Казгидромет»

**АРЫС-ТҮРКІСТАН СУЛАНДЫРУ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖЕРДІ СУЛАНДЫ-  
РУДЫ БАСЫЛАУДЫ Ж...НЕ БАСАРУ ЖҮЙЕСІН ҒҮДЕУ Ж...НЕ  
«АРЫШТАН АЛЫНҒАН СУРЕТТЕРДІ СОЛДАНУ**

Техн. ғылымд.  
канд.

Х.В. Мухамеджанов

З.А. Жакупова  
К. Кузенбаев

*Бұл статьяда ERDAS программалық кешенімен космостан түсірілген суреттерді және SEBAL базасындағы есептеу алгоритімдерін қолдануға арналды.*

*Арыс қаласындағы түркестандық суғару жүйесінің басқару және иррегациясын қадағалаудың жүйелерін жасау.*

*Ауылшаруашылық егілетін тұқымдықтардың түрлері бойынша суғарылатын жер көлемі анықталды, суды тұтыну бойынша есептер жүргізілді, әр-түрлі әдістермен алынған нәтижелер салыстырылды.*

УДК 551.32

**ПРОЕКТ ФОТОАТЛАСА ЛЕДНИКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО  
КАЗАКСТАНА**

Канд. геогр. наук К.Г. Макаревич

*В статье аргументируются цели и задачи создания Атласа ледников Юго-Восточного Казахстана. Известно, что фотография является действенным методом географических исследований. На протяжении 20 века, когда она стала доступным и развитым средством фиксирования эволюционных процессов во внешней оболочке Земли, негативные изменения ледников во времени свидетельствуют о современных изменениях климата и антропогенных воздействиях на природу и дают достоверную информацию о возрастающем дефиците водных ресурсов.*

**Этот проект обращен в прошлое, настоящее и будущее с надеждой, что наши близкие и далекие потомки с благодарностью воспользуются этим Атласом, как мы ныне благодарим тех, кто предоставил нам возможность заглянуть в прошлое своими уникальными и бесценными фотографиями ледников.**

Глобальный процесс сокращения ледников захватил все горные районы Земли. Не обошел он и ледники гор Юго-Восточного Казахстана, которые играют большую роль в жизни аридных пространств, а поэтому издавна привлекают к себе пристальное внимание исследователей.

Во многих странах, где имеется оледенение, публикуются национальные бюллетени количественных показателей режима ледников, периодически сопровождаемые наземными и аэрофотоснимками. Известно, что фотография является одним из действенных методов географических исследований. Фотоснимки в гляциологии исполняют роль документального фиксирования состояния ледников как составной части оледенения. Они являются незаменимым документом особенно ценным в связи с труднодоступностью высокогорных участков хребтов и крайне короткой продолжительностью полевого сезона (июль – август), когда четко прослеживаются контуры ледников. Помимо того, что фотоснимки представляют объ-

ективную документацию, они дополняют общегеографические и топографические карты данного региона и наглядно изображают горноледниковый ландшафт, привлекающий внимание ученых, центров горного туризма, альпинизма и горнолыжного спорта.

В Швейцарии, где родилась гляциология, достаточно экзотическая отрасль географической науки, фотоистория жизни ледников берет начало в многочисленных гравюрах, рисунках и картинах художников, фиксирующих положение ледников на протяжении почти 300 лет. Сидя в кафе в центре всех видов горного спорта Гринденвальде, посетители видят развешанные на стенах изображения Гринденвальдского ледника, который за длинную историю своего существования не раз вторгался на окраину городка или держал его на своеобразном прицеле.

Многие другие ледники Швейцарских Альп нашли отражение в работах скульпторов и резчиков по дереву, в карандаше и кисти художников и, наконец, в фотографиях. Последняя теперь продолжает видовую летопись источников развитой гидроэнергетики страны, играющей не меньшую роль и в рекреационном освоении гор, привлекающих к себе на отдых ежегодно более двадцати миллионов человек из многих стран света, что в три раза больше населения самой Швейцарии.

Альпийские страны Австрия, Италия, Франция также ведут фотолетопись ледников, которые здесь столь же привлекательны, а научная информация о режиме ежегодно пополняется и также представляет большую практическую ценность. Ту же роль выполняет видовая фотография в Скандинавских странах, суровая природа которых притягивает к себе многочисленных туристов. Ледники там находятся под наблюдением Министерства гидроэнергетики и периодически фотографируются с наземных пунктов и с воздуха. Аналогичная фотоинформация собирается в горах Северной и Южной Америки с той же целью, что и в Европе.

На территории бывшего СССР в 1965 г. был издан Фотоатлас ледников Эльбруса – главной вершины Кавказа и высшей точки Европы. Атлас был составлен на географическом факультете Московского университета на основе фототеодолитных снимков и аэрофотосъёмочных материалов, выполненных в период Международного геофизического года (1957...1959). Спускающиеся с вулканического конуса Эльбруса ледники на протяжении долгого времени фотографировались обычными камерами. На этих снимках фиксировались качественные изменения ледников на

склонах разных ориентаций, которые подтвердились фототеодолитными съёмками через 40 лет после первых аналогичных съёмки.

Аналогичный процесс фотолетописи ледников проходит в хребте Заилийский Алатау (Северный Тянь-Шань). Здесь в Туюксайском горноледниковом бассейне в 1958 и 1998 гг. были проведены фототеодолитные съёмки. Между этими датами систематически велись обычные фотосъёмки, фиксирующие происходящие изменения ледников. В 1955, 1978, 1990 гг. были осуществлены аэрофотосъёмки высокогорной и гляциальной зон Заилийского Алатау, что обогатило фотолетопись сопоставимыми между собой снимками ледников. Но история фотографирования ледников началась в первой четверти 20 века, когда оледенение хребта весьма существенно отличалось своими жизнеспособными массами от его состояния в конце 20-го и начале 21-го века.

Поскольку в советской гляциологии не ставились акценты на создание фотолетописи ледников, съёмки их велись спонтанно, часто зависели от наличия фототехники и фотофанатиков в экспедициях, которые могли бы сделать кондиционные снимки с прицелом на будущее. Тем не менее, фотоснимки накапливались, но оставались в собственности исследователей и обычно не входили в научные фонды учреждений, не говоря о формировании фотоатласов. Единственным исключением служит Фотоатлас ледников Эльбруса. А в целом, это было серьезное упущение, так как имеющие научное и историческое значение фотоснимки нередко оказывались вне поля внимания нового поколения ученых и не могли быть эффективно востребованными из-за отсутствия их концентрации в специальных атласах или альбомах.

Полагаю, что фотолетопись состояния ледников не может ставить своей целью получение данных за короткие промежутки времени. Но она дает возможность оценивать изменения «нормальных» ледников за периоды 5, 10 и более лет и обеспечивает будущих исследователей наглядной информацией. И только снимки пульсирующих ледников, вызывающих опасные для людей катастрофы, как это произошло с ледником Колка на Кавказе, могут пополнять фотолетопись за более короткие отрезки времени. При этом в период восстановления ледника и перед его очередной пульсацией учащенные фотографии будут полезны для изучения внешних признаков динамики ледника и содействовать прогнозу опасного явления.

Десятки и сотни туристов, альпинистов и просто любителей гор путешествуют на заоблачных высотах и часто делают уникальные снимки эк-

зотических ледников, не ставя по отношению к ним никаких научных целей и не предполагая, что эти снимки представляют большую гляциологическую ценность. При соответствующих контактах с центрами туризма и альпинизма можно практически безвозмездно получать любительские снимки как дар науке и включать их в региональные фотоатласы ледников.

В настоящее время широко внедряется в жизнь цифровые фотокамеры, открывающие большие возможности для географических исследований. В научных журналах появляются статьи, посвященные использованию цифровых снимков в решении топогеодезических и гляциологических задач. В скором времени они существенно пополнят фототеку разбросанных по времени и по месту хранения фотоснимков ледников, а при концентрации их в фотоатласах создадут предпосылки для перехода от качественных сравнений состояния ледников к количественным оценкам происходящих с ними изменений. Сосредоточенные в одном месте они будут наиболее доступны для исследователей. Не сомневаюсь, что такая концентрация фотоснимков отвечает интересам Мировой службы мониторинга ледников, периодически издающей Бюллетени колебаний ледников и балансе их массы.

Гигантские горы и ледники Центральной и Южной Азии по сравнению с Альпами, Скандинавией и Кавказом обеспечены значительно меньшей фотовидовой информацией. Однако ледники окраинных хребтов долгое время находятся под наблюдением ученых, которые с годами создали богатую, но разобщенную фототеку. Более всего это касается уже упомянутых здесь ледников Заилийского Алатау, а также Джунгарского и Кунгей Алатау. Поскольку закончился столетний период сбора фотоинформации об оледенении указанных хребтов, вполне логично ставить вопрос о ее концентрации в **ФОТОАТЛАСЕ ЛЕДНИКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**. Это позволит сохранить её для географической науки и для гляциологии, в частности. Только по одним фотовидовым снимкам можно судить о направленности современной эволюции оледенения. Примеров такого анализа фотоснимков много. За многие года пики снежных вершин освободились от снега и теперь увенчаны скальными выступами. Много скальных выходов появилось на снежно-фирновых склонах областей питания ледников. Фотографии разных лет съёмки свидетельствуют о распаде отдельных ледников, что имело место в Туяксуиском горноледниковом бассейне в первой половине 20 века. А фактов ви-

зуальной оценки изменения длины, ширины и площади ледниковых языков бесчисленное множество.

Чтобы не потерять эту уникальную фотоинформацию нужно сконцентрировать ее в вышеназванном атласе. Ниже в первой редакции предлагается следующая структура атласа.

1. Введение с указанием целей и задач атласа с оценкой фотографии, как важнейшего географического метода исследований.

2. Краткая историческая справка об исследовании ледников Юго-Восточного Казахстана.

3. Указание разделов по названиям хребтов с краткой физико-географической характеристикой последних.

4. Общее описание фотоисточников: авторские негативы, позитивы и слайды, публикации в книгах, журналах, статьях, каталогах ледников, аэрофотоматериалы различных фондов и т.п.

5. Листы – страницы атласа с компоновкой фотоснимков ледников по различным датам съёмки и выполненные в одном ракурсе, максимально обеспечивающим их сравнение. Под снимками указывается название ледника и речной бассейн, где он находится, фамилия автора, год съёмки, место, откуда сделаны снимки, номер ледника по каталогу ледников СССР, номер в позиции списка литературы, где была опубликована фотография. На плановых аэрофотоснимках ледники отмечаются номером по каталогу, а в подписи даются их названия. Снимки некоторых интересных и часто посещаемых ледников желательно сопроводить картами в максимально уменьшенном размере при сохранении нагрузки на них. При наличии карт, составленных с интервалом в несколько десятков лет дать их копии с обязательной ссылкой на исполнителей картографических работ.

6. Оглавление разделов атласа с указанием названий ледников данного раздела, сопровождаемое общим списком авторов фотографий и аэрофотосъемочных предприятий.

7. Список литературы, где были опубликованы фотоснимки. Выбор фотографии для включения в атлас определяется их качеством и гляциологической ценностью. Исключение должно быть сделано для снимков, опубликованных в печати с невысоким качеством полиграфии, но представляющих большую историческую ценность. Габариты фотоснимков, включаемых в атлас, определяются: в каждом конкретном случае.

Современные достижения компьютерной техники позволяют максимально облегчить составление атласа. Значительная часть фотоинформации может быть сканирована и относительно недорого тиражирована. Нет необходимости публиковать цветные изображения, так как основной объект – ледники и их вместилища даже на цветных снимках мало отличаются от черно-белых фотографий. Кроме того, при длительном хранении цветные снимки блекнут, если они сделаны по устаревшим технологиям. Однако, эта «проблема» требует изучения, но при этом надо помнить об удорожании данного проекта. Предварительное изучение возможностей составления фотоатласа ледников Юго-Восточного Казахстана показывает, что в него может быть включено более 200 снимков.

Многие из них будут неоднократно дублированы повторными снимками на протяжении продолжительного времени, другие войдут в атлас первично и с этого времени начнется отсчет их будущих фотовизуальных наблюдений. Со временем атлас будет впитывать в себя новейшую фотоинформацию, как это почти ежегодно происходит с ключевыми ледниками Альпийских и Скандинавских стран, США, Канады, Аргентины и Новой Зеландии. В атласе нужно предусмотреть несколько свободных страниц для пополнения его новейшими фотографиями.

Наряду с аннотацией, указанием имен руководителя, консультантов, исполнителей и редакторов атласа необходимо выделить место для обращения к ученым, туристам и альпинистам с просьбой фотографировать с панорамных пунктов наблюдаемые ими ледники и в качестве дара представлять в Институт географии Казахстана копии своих снимков, гарантируя им авторское право.

Большинство владельцев ценнейших фотоматериалов отошли от активной научной деятельности, но могут внести существенный вклад в создание фотоатласа. Откладывать работу по составлению крайне нежелательно, так как богатая фототека ученых-гляциологов со временем уйдет в небытие.

В заключение следует сказать, что создание фотоатласа ледников Юго-Восточного Казахстана потребует относительно небольших расходов и явится достойным вкладом в географическую науку Казахстана и в Мировую гляциологию.

Потребители Атласа. При надлежащей подготовке, оформлении и современном издании атласа он привлечет внимание географических факультетов университетов, высших учебных заведений, где готовят кадры географического профиля, колледжей картографических предприятий, де-

партаменты по чрезвычайным ситуациям, гидрометслужбы, экологических учреждений, туристских фирм и центров учебного и спортивного альпинизма, средних школ, библиотек, отдельных любителей горной природы. Нет сомнений в том, что он будет интересен для научных институтов и учебных заведений ближнего и дальнего зарубежья и, конечно, Мировой службы мониторинга ледников.

Появление такого необычного атласа будет содействовать повышению географической культуры нашего общества.

Проект фотоатласа получил положительный отзыв Международной Гляциологической Ассоциации и рекомендован для его включения в рабочие планы Института географии МОН РК и публикации в бумажном и электронном виде.

Института географии

### **ОЎТЎСТІК-ШЫҒЫС САЗАСТАНДАҒЫ СЕЎГІР МҰЗДАРДЫҰ ФОТОАТЛАСЫНЫҰ ЖОБАСЫ**

Геогр. Ұлымд. канд.

**К.Г. Макаревич**

*Мајалада ОЎтЎстік-ШыҰыс СазајстандаҰы сеЎгір мҰздардыҰ Атласын жасау міндеттері ж.,не мајсаты д.,ледденген. Географиялыј зерттеулерде фотосуреттер тымды „дістер болып табылатыны белгілі. 20 Јасыр бойына ЖердіҰ ішкі јабатында эволюциялыј процесстерді белгілеудіҰ јолайлы ж.,не дамыЈан јғралы болды, уајыт бойыниша сеЎгір мҰздардыҰ негативті ғзгеруі, климаттыҰ јазіргі уајытта ғзгеруін ж.,не табиЈатја антропогенді „сер етуін д.,ледейді ж.,не су ресурстарыныҰ тапшылыЈыныҰ ғсуі туралы сенімді ајпараттарды береді.*

УДК 551.482.215.75

**АНАЛИЗ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ПОЙМЫ**

А.Р. Вагапова

*В статье дан анализ современных моделей динамики запасов влаги в почве и испарения влаги с поймы. Представлена характеристика водопотребления растений из грунтовых вод, показаны основные интегральные характеристики свойств растительности.*

За последние годы наблюдается истощение и нарастает процесс деградации важнейшего в экономике области природно-хозяйственного комплекса. Долина р. Шу значительно опустынилась. Так, по данным института почвоведения АН КазССР, уже в 80-х годах в самой верхней дельте низовой долины реки пустынные площади увеличились на 20 %.

Одной из проблем на сегодняшний день является проблема потребления водных ресурсов. Наибольший вес потребления воды приходится на регулярное орошение – (70...72 % от общего объема водопотребления), в то же время, в силу низкого технического уровня оросительных систем (КПД = 0,52...0,56) в аграрном секторе очень велика доля потерь оросительной воды. Например, на внутрихозяйственной сети теряется до 30%, а на межхозяйственной – более 15 % воды.

Вторым по объему водопотребления являются коммунальное и производственное водоснабжение. Крупными населенными пунктами являются город Шу, поселки Берлик, Фурмановка, Новотроицкое. Водоснабжение населения г. Шу и сельских населенных пунктов производится водой из подземных вод за счет строительства локальных систем водоснабжения в каждом населенном пункте. Решение проблемы рационального использования орошаемых земель и водных ресурсов связано не только с техническим состоянием оросительных систем, но в значительной мере зависит от уровня природопользования аридной зоны.

В настоящее время для решения проблем рационального водораспределения широко используются математическое моделирование. Значительные успехи достигнуты в моделировании водопотребления и управле-

ния водоснабжением в орошаемом земледелии. Известны модели динамики влагозапасов на орошаемом поле С.И. Харченко, Е.П. Галямина, В.П. Остапчика, Л.И. Зубенок, А.И. Голованова, и др. Из зарубежных моделей наиболее известны модели университета г. Хьюстона штата Техас США (модель линейного программирования водораспределения при ограниченных водных ресурсах), модель SIRMOD II для моделирования поверхностного орошения университета штата Юта США, компьютерная программа Международного комитета по ирригации и дренажу FAO\_PENMON.FOR, компьютерная программа (Волна) Университета г. Льювен (Бельгия) для моделирования орошения и дренажа.

Целью нашей работы является разработка модели водообеспечения и функционирования природных комплексов в низовье р. Шу. При моделировании запасов влаги в почве при орошении обычно исходят из однослойной или двухслойной модели. При близком залегании уровня грунтовых вод двухслойная модель дает удовлетворительные результаты и широко применяется на практике. В качестве основы расчета изменений запаса влаги в активном слое почвы  $h_{(a)}$  на конец времени  $t$  используется уравнение баланса:

$$W_t = W_{t-1} + P_t - \Delta P_t + W_t^g + M_t - E_t, \quad (1)$$

где  $W_t, W_{t-1}$  – запас влаги на момент времени  $t$  и  $t-1$ , сут;  $P_t$  – сумма осадков, в балансе учитываются все осадки более 0,5 мм;  $\Delta P_t$  – потери осадков на испарение, поверхностный сток;  $W_t^g$  – приток (отток) грунтовых вод;  $M_t$  – увлажнение поймы;  $E_t$  – суммарное испарение с поверхности земли, включая водопотребление растений.

Основным критерием, определяющим водообеспеченность растений, является запас доступной влаги в слое максимального сосредоточения корней культуры, который называется активным слоем почвы. Нижней границей влажности почвы, обеспечивающей жизнедеятельность растений, является критическая влажность или влажность увядания растений. Международные и установившиеся в СНГ определения термина – допустимая почвенная влага (*soil available moisture*). По существующей методологии содержание влаги в почве изменяется гравиметрическим способом, когда содержание влаги в почве определяется по разнице влаги при предельной полевой влагоемкости и в абсолютно сухой почве [4].

Отток воды под действием гравитационных сил из песчаных почв происходит быстро, но из глинистых почв отток происходит на протяжении длительного периода и трудно определить точку, когда содержание влаги в почве будет соответствовать предельной полевой влагоемкости (ППВ) или ( $FC$ ).

Растения имеют разную устойчивость к водному стрессу, поэтому точка влажности устойчивого увядания ( $PWP$ ) для ксерофитов соответствует более низкому содержанию влаги в почве, чем для большинства растений. По этим причинам содержание влаги в почве при предельной полевой влагоемкости (ППВ) и при влажности устойчивого увядания по международной системе определяется по удельной напряженности почвенной влаги, то есть по  $pF$ , которая измеряется мембранным прессовым аппаратом. Показатель сосущей силы почвы для этих двух точек равна: для  $PWP = 4,2$  и для  $FC = 2,0$ .

Суммарное испарение влаги  $E$  является основным расходным элементом водного баланса активного слоя почвы орошаемого поля – формула (2). В полевых исследованиях  $E$  определяют методом водного баланса.

Наибольшее практическое применение в нашей стране получила в 70-х годах 20 века биоклиматическая модель А.М. и С.М. Алпатьевых [1 – 3]:

$$E_i = k_{\bar{\sigma}(d)_i} (\sum d)_i, \quad (2)$$

где  $(\sum d)_i$  – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за  $i$ -ый расчетный период (декаду, пентаду), гПа;  $k_{\bar{\sigma}(d)_i}$  – биоклиматический коэффициент, изменяющийся во времени  $t$  онтогенеза растений в пределах 0,23...0,53 мм/гПа.

Испарение почвой до всходов культуры определяется по формуле  $E_{III}^{(II)} = k_{\bar{\sigma}(d)_i} (\sum d)_i$ , где  $k_{\bar{\sigma}(d)_i} = 0,15$  при малых осадках, а при значительных и частых – 0,19. Полевые испытания на Украине и в других регионах СНГ, в ЧССР и НРБ показали, что при использовании местных кривых  $k_{\bar{\sigma}(d)_i}(T)$  средняя точность расчета испарения по этой модели близка к получаемой водно-балансовым методом [1, 11]. Но недостатком ее является зональность коэффициентов и изменчивость их при значительных отклонениях погодных условий от средних. Уменьшение в засушливых условиях и возрастание во влажных достигает 30...40 % [7, 9].

В.П. Остапчик показал, что неустойчивость этой модели обусловлена использованием в ней пропорциональной зависимости испарения  $E$  от дефицита влажности воздуха  $d$  и игнорированием различий в закономерностях испарения с оголенной почвы и с покрова растений [7]. По В.П. Остапчику расчет суточных значений суммарного испарения  $E_\tau$  мм, за прошедшие дни или на предстоящую декаду выполняется по усовершенствованной биоклиматической модели отдельно для оголенной и с растительным покровом частей поля:

$$E_\tau = \varphi_\tau E_\tau + (1 - \varphi_\tau) E_\tau^{(II)}; \quad \varphi_\tau \leq 1, \quad (3)$$

где  $\varphi_\tau$  – характеристика степени проективного покрытия поля растениями, определяемая из отношения:

$$\varphi_\tau = \frac{\alpha_{Pi}}{\alpha_{Pi}^{KP}}, \quad (4)$$

где  $\alpha_{Pi}$  – наблюдающаяся в день  $\tau$  степень покрытия;  $\alpha_{Pi}^{KP} = 0,6$  – критическая величина его, начиная с которой можно пренебречь влиянием на суммарное испарение особенностей уменьшившейся доли испарения (эвапорации) с почвы  $E_{III}^{(I)}$  на скорость суммарного испарения  $E_\tau$  мм;  $E'$  – испарение с части поля с растительным покровом, мм. Необходимость отдельного расчета испарения с оголенной  $E^{(II)}$  и покрытой растениями  $E'$  частей поля обусловлена выраженными различиями их закономерностей.

Передвижение влаги из грунтовых вод в активный слой почвы, а иногда до поверхности почвы представляет сложный процесс переноса влаги в ненасыщенной почве в зоне аэрации. До настоящего времени нет надежной математической модели, описывающей данный процесс. Прежде всего, это связано с многообразием действующих факторов (физических свойств почвы, ее структуры, водного и теплового режима, влажности воздуха и испарения с поверхности почвы, уровня залегания грунтовых вод и других факторов). Поэтому на практике используются эмпирические зависимости, отображающие связь подпитывания грунтовых вод активного слоя почвы. Основными факторами, поддающимися количественному учету, являются глубина залегания грунтовых вод, физические свойства почвы.

Водопотребление растений из грунтовых вод зависит от глубины развития корневой системы и глубины залегания грунтовых вод. По мере понижения уровня грунтовых вод на пойме уменьшается водопотребление

растений из грунтовых вод. При высоком залегании уровня грунтовых вод рост растений угнетается вследствие ухудшения аэрации почвы. Поступление из грунтовых вод в корнеобитаемую зону зависит от глубины залегания уровня грунтовых вод, характеристики почвы, испарения с поверхности почвы, эвапотранспирации растений и боковой приточности (Рис. 1).

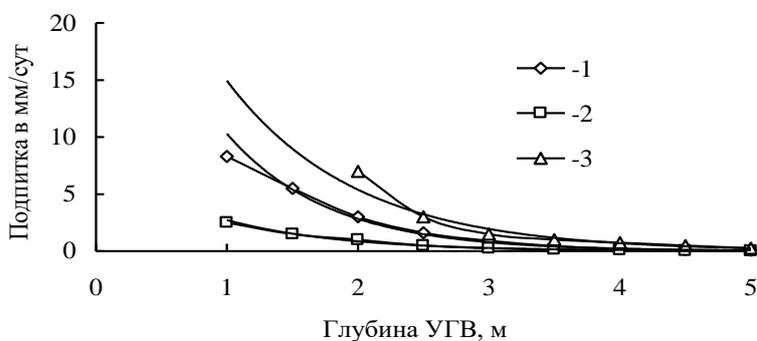


Рис. 1 Подпитка из грунтовых вод. 1 – Локтаев – Хорст, 2 – Харченко, 3 – Смедема – Райкрофт.

По данным Остапчика В.П., Алпатьева А.М., например, для люцерны первого года вегетации, оптимальный уровень  $H_{opt}$  – 1 м. При нем покрываются 73...80 % общего объема потребности растений в воде, при 2 м – 30 %, а при 3 м – 11...22 % суммы водопотребления. В последующие года развития люцерны  $H_{opt}$  смещается до глубины 2 м. Для виноградарников оптимальная глубина залегания уровня грунтовых вод составляет 1...1,75 м, для садов 2...3 м. При уровне грунтовых вод  $H = 3,5$  м роль грунтовых вод в водообеспечении незначительна.

УкрНИИГМи в 1973...1977 гг. провел опыты в зоне Северо-Крымского канала по определению  $k^{(z)} = 1 - \frac{W^{(z)}}{E}$  [7]. В результате обработки опытных данных получена обобщающая зависимость для всех культур (яровая пшеница, кукуруза, кормовая свекла):

$$\begin{cases} k^{(z)} = 0,43 + 0,2(4H - 3)^{0,43} & 1 \leq H \leq 3,6 \\ k^{(z)} = 1 & H > 3,6 \end{cases} \quad (5)$$

Харченко С.И. предложена следующая формула для расчета участия грунтовых вод в водном балансе активного слоя почвы [11]:

$$W^{(z)} = E_0 \exp^{-cH}, \quad (6)$$

где  $E_0$  – испаряемость, в мм;  $c$  – коэффициент, учитывающий влияние почвенных условий и изменяющегося с развитием корневой фазы культур слоя  $h_a$ .

Локтаевым формула Харченко была модернизирована для условий Центральной Азии в виде:

$$W^{(z)} = E_{T0} \exp^{-m(H-h)}, \quad (7)$$

где  $W^{(z)}$  – интенсивность притока грунтовых вод в корнеобитаемую зону, в мм/сут;  $E_{T0}$  – эвотранспирация растений, в мм/сут;  $m$  – коэффициент, зависящий от капиллярных свойств почвы;  $h$  – глубина развития корневой системы культур.

В условиях напорных грунтовых вод интенсивность притока грунтовых вод в корнеобитаемую зону не зависит от мехсостава почв, и ее предлагают определять по зависимости:

$$W^{(z)} = K \cdot E_{T0}, \quad (8)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от глубины залегания уровня грунтовых вод от нижней границы залегания корней растений.

При моделировании динамики запасов влаги в почве уровень грунтовых вод изменяется как из-за водопотребления растительностью, так и из-за вертикального и бокового оттока грунтовых вод. Для схематизации природных гидрологических условий необходимо знать гидрогеологическое строение поймы и прилегающей территории, водно-физические характеристики водовмещающих отложений. Основное функциональное ядро наземных экосистем составляют растительные сообщества, которые создают более 90 % их биомассы. Травяные сообщества с отмирающей и возобновляемой наземной и жизнеспособной подземной массой, обеспечивающих их долголетие и отрастание при скашивании и стравливании. Выпас домашних животных и стравливание дикими копытными является дополнительным фактором, влияющим на формирование травостоя пастбищ. В условиях, когда животноводство базируется на естественных выпасах процессы эрозии и смены растительности, а также процесс возможной деградация пастбищ в результате хозяйственной деятельности представляет большой интерес для общества. Искусственные травостои (сеян-

ные сенокосы и пастбища) в большинстве случаев неустойчивы, требуют больших затрат материальных, водных и других ресурсов. Наиболее очевидной и традиционно учитываемой характеристикой является общая биомасса растительности [8]. Для моделирования биомассы растительности необходимо оценивать опад и продукцию. Эти показатели существенны и для формирования плодородия почвы [5].

Оценка биомассы различных типов ландшафтов была дана Родиным и Базилевичем [10]. Для зоны пустынь биомасса составляет 6 т/га, продукция – 4 т/га, опад 4 т/га. Для луговой степи соответственно: 35, 15, 15 т/га.

В степных сообществах оборачиваемость биомассы гораздо интенсивнее, чем в лесных сообществах.

Водопотребление растений зависит от запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы. Однолетние растения обеспечиваются влагой из верхних слоев почвы, поэтому в аридной зоне многие однолетние растения произрастают в весенний период. Повышение температуры воздуха, а следовательно и испарения из почвы с началом лета приводит к снижению запасов влаги в верхних слоях и при определенной влажности почвы влага становится не доступной для растений. Многолетние растения имеют более развитую корневую систему и уже в начальный период вегетации они находятся на 30...50 см от поверхности земли. Кустарники имеют более развитую корневую систему, которая достигает глубин 0,7...1,0 м.

Наблюдений за развитием корней дикорастущих растений нам не удалось найти в литературных источниках, поэтому используем опубликованные данные для культурных растений (см. табл.).

Таблица 1

Глубина развития корней растений, м

Время, сутки	Пастбища	Однолетние травы	Сенокосы	Многолетние насаждения
0	0,3	0	0,40	0,7
10	0,4	0,3	0,45	0,75
20	0,5	0,4	0,55	0,8
30	0,55	0,5	0,65	0,9
40	0,6	0,6	0,75	0,95
50	0,64	0,7	0,79	0,98
60	0,65	0,8	0,8	1

Наиболее детально исследованы развитие корневой системы однолетних злаковых растений, многолетних трав (люцерны), многолетних пастбищ и сенокосов, многолетних насаждений.

В соответствии с поставленной целью мы продолжаем дальнейшую разработку модели воздействия водного фактора на биоресурсы поймы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразования. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 323 с.
2. Алпатьев С.М. Методические указания по расчетам режимов орошения сельскохозяйственных культур биоклиматическим методом. – Киев: УкрНИГМИ, 1967. – 107 с.
3. Алпатьев С.М., Остапчик В.П. Опыт использования биоклиматического метода расчета испарения при формировании эксплуатационного режима орошения // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1974. – С. 37–43.
4. Исследования водопользования и управления в сельском хозяйстве. Годовой отчет за 1997 сельскохозяйственный год. – Ташкент, ИК МФСА, 1997. – 157 с.
5. Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. – М.: Наука, 1975. – 447 с.
6. Маслов Б.С., Минаев И.В., Губер К.В. Справочник по мелиорации. – М.: Росагропромиздат, 1989.
7. Остапчик В.П., Костромин В.А., Коваль А.М. и др. Информационно-советующая система управления орошением. – Киев, Урожай, 1989. – 246 с.
8. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 222 с.
9. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности земного шара. – М.-Л.: Наука, 1965. – 253 с.
10. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 371 с.
11. Penman H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass / Prog. Roy. Soc. London, 1948, A193; 120-146.

Научно-исследовательский институт водного хозяйства

#### **ЖАЙЫЛЫМДАҒЫ ӨСІМДІКТЕРДІ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ МОДЕЛІНЕ ТАЛДАУ**

А.Р. Вагапова

*Жайылымдағы ылғалдың буға айналуы және топырақтың қазіргі кездегі дымқыл қорының динамикалық моделіне талдау берілген. Еспе судан өсімдіктің суды қолдануына сипаттама жасалған және өсімдікке тән негізгі интегралды сипаттама көрсетілген.*

УДК 911.3: 627 (574)

**ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ СОВМЕСТНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ  
РЕК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

Доктор геогр. наук

Ш.М. Надыров

Ж.К. Османова

*Исследованы основные проблемы, возникающие при использовании водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Предложена общая теоретическая модель Христоворова А. по оптимизации совместного использования водных ресурсов трансграничных рек данного региона. Выделены основные условия для эффективного функционирования данной модели в Центральной Азии.*

Центрально-азиатские государства объединены водными ресурсами рек Сырдарья и Амударья, а также сетью гидротехнических сооружений, включающих плотины, каналы и водохранилища. Крупнейшей по водности рекой Центральной Азии является Амударья, 76 % стока которой формируется на территории Таджикистана. Объем ее годового стока в среднем равен около 77 км<sup>3</sup> и колеблется в пределах от 55 до 110 км<sup>3</sup>. Крупнейшими притоками являются реки – Вахш, Пяндж, Кафирниган и Сурхандарья. Второй по водности является река Сырдарья, 74 % стока которой, формируется в Кыргызстане. Объем ее годового стока в среднем равен около 34 км<sup>3</sup> и колеблется в пределах от 23 до 52 км<sup>3</sup>. Крупнейшими притоками являются реки – Нарын, Чирчик и Карадарья. Вместе с реками, сток которых почти полностью разбирается на орошение, и они теряются в степях и пустынях, средний суммарный объем годового стока рек бассейна Аральского моря составляет около 116,5 км<sup>3</sup>. Объем годового стока рек озера Балхаш примерно равен 14 км<sup>3</sup>, из которых 10 км<sup>3</sup> дает река Или, значительная часть стока которой формируется на территории КНР. В северо-восточном Китае формируется и сток реки Черный Иртыш, впадающий в озеро Зайсан и в среднем приносящий около 9 км<sup>3</sup> воды в год.

В бассейне Аральского моря действует более 60 крупных и средних водохранилищ. Суммарный объем водохранилищ составляет 64,8 км<sup>3</sup>, проектный полезный объем – 46,8 км<sup>3</sup>. Однако сейчас в результате их из-

носа и заиления полезный объем водохранилищ сократился минимум на 30 %. Крупнейшими водохранилищами являются Токтогульское на реке Нарын в Киргизстане с объемом 19,5 км<sup>3</sup>, Нурекское на реке Вахш в Таджикистане с объемом 10,5 км<sup>3</sup>, Туямуюнское на реке Амударья в Узбекистане с объемом 7,8 км<sup>3</sup>, Чардарьинское на реке Сырдарья в Казахстане с объемом 5,7 км<sup>3</sup> и др. [1].

Особенностью гидрографической сети Центральной Азии является крайне неравномерное распределение водных объектов по ее поверхности. В Центральной Азии водные ресурсы в основном формируются в горных районах, а их основная часть используются в более населенных и развитых в сельскохозяйственном отношении равнинных районах. Горные страны (Кыргызстан и Таджикистан), где формируются, основная часть водных ресурсов чувствуют себя ущемленными в их распределении. Так, например Киргизия, где в среднем за год формируется более 45 км<sup>3</sup>, ежегодно потребляет около 5 км<sup>3</sup> воды. Для Таджикистана аналогичные характеристики приблизительно равны 60 и 11 км<sup>3</sup>. Таким образом, эти горные страны потребляют всего 11...18 % воды, формирующейся на их территории. С другой стороны Узбекистан ежегодно потребляет около 60 км<sup>3</sup> воды, а формируется на его территории около 15 км<sup>3</sup> стока. Для Туркменистана аналогичные характеристики приблизительно равны 18 и 2 км<sup>3</sup> воды.

Проблема водообеспечения и совместного использования трансграничных водных ресурсов является одним из основных конфликтных узлов, создающих реальную угрозу региональной безопасности государств Центральной Азии [2]. В настоящее время серьезные риски стабильности в регионе в сфере использования трансграничных водных ресурсов обусловлены рядом причин:

- отсутствие общей правовой базы совместного использования водных ресурсов;
- приоритет личных интересов в странах ЦАР, что по существу означает раздел единой водной системы, которая не может функционировать в локальном территориальном режиме;
- различия общественно-политического и экономического развития в странах ЦАР;
- постоянно возрастающие потребности в водных ресурсах.

Эти положения уже накопили значительный конфликтный потенциал, дальнейшее развитие которого может угрожать национальной безопасности всех стран ЦАР. Совместное использование ресурсов всегда

связано с правильной расстановкой приоритетов и компенсацией возможных потерь. Действовавший до 1991 года механизм компенсации, в основе своей содержал тот факт, что в Центральной Азии большая часть населения занимается сельским хозяйством, поэтому преимущество в использовании водных ресурсов отдавалось орошаемому земледелию, а верховьям в осенне-зимний период компенсировали их потребности в электроэнергии путем поставок тепло- и энергоресурсов. С распадом СССР компенсационные поставки топливно-энергетических ресурсов были прекращены. Межотраслевые противоречия в требованиях к режиму водохранилищ каскада после 1991 года автоматически трансформировались в межгосударственные [3].

Самое распространенное противоречие, имеющее значительный конфликтный потенциал, заключается в несовпадении интересов водопользователей. Построенные в советское время водохранилища осуществляли регулирование речного стока, прежде всего, в интересах обеспечения водой сельского хозяйства. При таком ирригационном режиме работы водохранилища накапливали воду в течение холодного периода года с октября по апрель и осуществляли основную, около 70 %, часть попуска в вегетационный период с мая по сентябрь. Располагая подавляющей частью пригодных для сельского хозяйства земель и обладая большими запасами нефти и газа, Казахстан, Узбекистан и Туркменистан заинтересованы именно в ирригационном режиме работы водохранилищ. При этом режиме в странах – поставщиках воды в Киргизстане и Таджикистане в холодное время года возникает энергетический дефицит. В советское время он покрывался компенсационными поставками топлива из соседних республик. После обретения независимости такие поставки прекратились.

Теперь Киргизстан и частично Таджикистан, имеющие весьма ограниченные запасы нефти и газа, заинтересованы в энергетическом режиме работы своих водохранилищ. В целях максимальной выработки электроэнергии в холодное время частичное накопление воды происходит в вегетационный период с мая по сентябрь, а основная часть попуска, около 60 %, приходится на период с октября по апрель. При таком режиме нехватка воды в теплое время года и ее избыток в холодное наносят экономический и экологический ущерб территориям, расположенным ниже по течению. В частности проблема режима работы расположенной в Киргизстане Токтогульской ГЭС порождает достаточно острое противоречие

интересов Киргизстана с одной стороны, и интересов Узбекистана и Казахстана с другой.

Переход с ирригационного на энергетический режим работы Токтогульского водохранилища привели к следующим последствиям:

1. ухудшение хозяйственной обстановки в регионе (острая нехватка воды для орошения, сокращение посевных площадей, снижение урожайности важнейших стратегических сельскохозяйственных культур);
2. ухудшение социально-бытовых условий жизни населения;
3. потеря воды для Аральского моря, так как из-за недостаточной пропускной способности нижнего течения реки вследствие освоения поймы и террас возросшие зимой объемы воды, поступающие в Чардарьинское водохранилище, сбрасываются в Арнасайское понижение;
4. затопление населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий в Республиках Узбекистан, Туркменистан и Казахстан;
5. обострение экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки в бассейне, особенно в маловодные годы;
6. возрастание вероятности потери Токтогульским водохранилищем способности регулировать сток Сырдарьи в многолетнем разрезе, вследствие неизбежного опорожнения при работе в энергетическом режиме.

Каждая из этих проблем затрагивает национальные интересы Центрально-азиатских государств. Их решение требует создания нормативно-правовой основы для взаимовыгодного и бесконфликтного сотрудничества государств бассейна. Особое значение для стран Центральной Азии имеет политика водосбережения, которая является для региона безальтернативным путем в решении проблемы устойчивого водопользования, как на ближайшую, так и на отдаленную перспективу [4].

В Центрально-азиатских государствах отмечен очень высокий уровень показателя водопотребления на душу населения. Туркменистан имеет наиболее высокое во всем мире душевое водопотребление, составляющее 6216 м<sup>3</sup> в год, второе место занимает Узбекистан (4007 м<sup>3</sup>), третье – Киргизстан (2663 м<sup>3</sup>), за ним идут Таджикистан (2376 м<sup>3</sup>) и Казахстан (2264 м<sup>3</sup>). Таким образом, по водообеспеченности Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ. Положение осложняется тем, что подача воды в Казахстан осуществляется по остаточному принципу. Каждая страна забирает необходимое количество воды без учета интересов других водопользователей, прежде всего это относится к системе водопользования применяемой в Узбекистане. Кроме того, вода, поступающая в Казахстан с

территории Республики Узбекистан, сильно загрязнена и содержит большое количество вредных химических веществ, делающих ее практически непригодной для хозяйственного использования. Качество оросительной воды влияет на нормы водопотребления, урожайность и на качество сельскохозяйственной продукции.

По данным Комитета по водным ресурсам РК, можно выявить объемы поступающей воды в Казахстан с территории сопредельных государств: из Китая – 18,9 км<sup>3</sup>, из Узбекистана – 14,6 км<sup>3</sup>, из России – 7,5 км<sup>3</sup> и из Киргизстана – 3,0 км<sup>3</sup>. До 1990-х годов в Казахстане использовалось 30...35 км<sup>3</sup>/год водных ресурсов. В настоящее время республикой используется лишь 18...20 км<sup>3</sup>/год. Основными причинами этого являются спад промышленного производства и уменьшение площадей орошаемых земель [4].

В целях научного обоснования решения проблемы экономически эффективного и экологически безопасного деления и использования водных ресурсов трансграничных рек Центральной Азии предлагается общая теоретическая модель оптимизации, которая определяет принципы оптимального деления водных ресурсов между различными районами, областями и странами. Модель оптимизации водных ресурсов основана на принципах рыночной экономики, поэтому в качестве основного инструмента модели выступает суммарный экономический эффект от использования водных ресурсов, который определяется для каждого расчетного периода в зависимости от количества и качества использованной воды. Для решения этих задач необходим развитый рынок купли-продажи земельных участков, стоимость которых учитывает экологическое состояние этих участков и их окрестностей. Необходимо формирование рыночных цен на воду, учитывающих ее качество, надежность получения в различные сезоны и затрат на обеспечение этих условий. Наличие цен на воду и возможность денежного выражения последствий ухудшения ее качества, дефицита или избытка позволят применять объективные, научно обоснованные методы решения межотраслевых и межгосударственных проблем, связанных с водными ресурсами [5].

Рассмотрим рыночные взаимоотношения двух сторон расположенных в верхней и нижней частях реки. Обозначим через  $\{S\}$  множество всех допустимых решений задачи деления и совместного использования водных ресурсов трансграничной реки. Элементами этого множества являются конкретные решения  $S$ , которые определяют объем и режим водозаборов и водосбросов, режим регулирования речного стока, сброса загрязняющих

веществ и т.д. Множество  $\{S\}$  включает только такие решения  $S$ , при которых не нарушаются требования экологической и экономической безопасности. Обозначим через  $E_U(S)$  и  $E_L(S)$  – экономический эффект, который получит верхняя и нижняя стороны при реализации конкретного решения  $S$ . Если бы обе стороны находились в рамках единого государства, то речь шла бы об общем суммарном экономическом эффекте:

$$E(S) = E_U(S) + E_L(S). \quad (1)$$

Действуя порознь, каждая из сторон стремилась бы к своему оптимальному решению:

$$S_U = \arg \max E_U(S), \quad S_L = \arg \max E_L(S). \quad (2)$$

Описанные выше примеры несовпадения интересов верхней и нижней сторон свидетельствуют, что решения  $S_U$  и  $S_L$  могут сильно отличаться друг от друга. В силу своего географического положения верхняя сторона имеет право на выбор оптимального для себя варианта  $S_U$ . Однако, она может от него отказаться и пойти на уступку нижней стороне, предложив некоторое компромиссное решение  $S$ . При этом получаемый верхней стороной экономический эффект уменьшится на величину:

$$E_U(S_U) - E_U(S). \quad (3)$$

Во избежание этого верхняя сторона может потребовать от нижней компенсацию в размере  $C(S)$  и данная компенсация будет являться рыночной ценой такой услуги. Сделка состоится, если в результате каждая из сторон сможет получить прибыль. Прибыли сторон будут равны:

$$P_U(S) = C(S) + E_U(S) - E_U(S_U), \quad P_L(S) = E_L(S) - E_L(S_U) - C(S). \quad (4)$$

При этом получаемая каждой из сторон одинаковая прибыль будет равна:

$$P(S) = \frac{1}{2} [E(S) - E(S_U)]. \quad (5)$$

Формула (5) показывает, что одинаковая для обеих сторон прибыль определяется суммарным экономическим эффектом подобной сделки. Следовательно, она приведет к оптимальному союзному решению  $S$ , при котором прибыль каждой из сторон от сделки  $P(S)$  будет максимальна и взаимовыгодна.

Оптимизация водных отношений возможна при наличии данных о количественных и качественных показателях водных ресурсов и условий их использования. Следовательно, для оптимизации деления и использования водных ресурсов необходима система гидрологического и водохозяйственного прогнозирования. Для ситуаций, когда прогнозы в силу ряда

причин не оправдываются, должна быть предусмотрена возможность корректировки принятых решений. Сама модель должна допускать переход к стохастической оптимизации. Поэтому большого внимания заслуживает модель, предлагаемая Христофоровым А., поскольку именно она охватывает проблемы, созвучные в ЦАР [6].

Сильные стороны модели – это ее принципы, на которых она основана и заключаются в следующем:

1. Ее применение позволит подойти к вопросам смягчения межотраслевых и межгосударственных противоречий Центрально-Азиатского региона.

2. Деление, регулирование и использование речного стока может осуществляться только в определенных пределах. Эти пределы задаются значениями расходов и объемов минимального и максимального экологически и экономически безопасного речного стока, при которых обеспечивается безопасность населения и экологических систем. В рамках этих пределов участники рынка гарантируются от экологической и экономической катастрофы, вызванной недостаточной или избыточной водностью реки.

3. Исходя из этих пределов, для каждой стороны вводятся договорные квоты на использование водных ресурсов трансграничной реки. Эти квоты определяются системой юридически закрепленных и научно обоснованных ограничений на допустимые изменения в гидрологическом режиме трансграничной реки, которые должны относиться как к количественным, так и к качественным характеристикам ее стока. Для каждой из сторон они определяют допустимые пределы для водозаборов и сбросов, регулирования речного стока, сброса загрязняющих веществ и других мероприятий, оказывающих влияние на качество и количество вод трансграничной реки.

4. Не выходя за рамки принятых ограничений, каждая из сторон может осуществлять любую стратегию использования водных ресурсов, руководствуясь своими принципами экономической эффективности и экологической безопасности. При этом каждая из сторон должна учитывать интересы своих соседей по водосбору. Например, она может регулировать речной сток в интересах соседей. Она может снижать по сравнению с причитающейся ей квотой объемы безвозвратных водозаборов и сбросов загрязняющих веществ, предоставляя тем самым своим соседям по бассейну, возможность выходить за пределы положенных им квот на водопотребление и загрязнение. Подобные услуги каждая сторона может продавать, как товар, не только покрывая свои издержки, но и извлекая прибыль. Та-

ким образом, стороны могут формировать рынок долей их квот на использование водных ресурсов трансграничной реки.

5. Объектом оптимизации модели является суммарный экономический эффект, каждая из сторон получает от использования своей доли водных ресурсов. Для расчетного интервала времени этот эффект должен быть задан в виде имеющей стоимостное выражение функции, аргументом которой является количество используемой за этот интервал воды.

Недостатками модели являются то, что она не учитывает различия в природно-климатических условиях и разнонаправленность уровня и темпов развития экономики стран Центральной Азии. Это свидетельствует о неспособности государств, расположенных в нижнем течении нести расходы за услуги странам верхнего течения. Как видно, на полную реализацию модели А. Христофорова влияют различия в экономике стран и по-нашему мнению, необходимо создать единое экономическое пространство стран Центральной Азии, который подразумевает формирование единого внутреннего рынка в регионе. В этом отношении можно обратиться к опыту стран ЕС. В основе программы создания единого внутреннего рынка ЕЭС (Европейского Экономического Сообщества) были положены принятые правительствами ЕС 300 законодательных актов, предназначенных для устранения «физических, технических и налоговых барьеров» на пути движения товаров, услуг, капиталов и граждан. Единый внутренний рынок выступает, следовательно, необходимым условием создания полноценного Экономического Союза стран Центральной Азии. Однако Союз в Центральной Азии не может быть создан до тех пор, пока не будет обеспечено тесное сближение макроэкономической политики стран-участниц Союза и их основных экономических показателей. Конвергенция (экономическое сближение), направленная на преодоление в расхождении по важнейшим экономическим показателям в странах ЕС, является скрепляющим элементом, необходимым для функционирования валютно-экономического Союза. В ЕС выработаны критерии, которым должны отвечать страны, намеревающиеся перейти к единой экономике. Законодательно определены и финансовые ресурсы в форме так называемого Фонда Сближения: эти ресурсы должны помочь менее развитым странам выйти на уровень остальных. К сожалению, столь разработанная концепция отсутствует у стран Центральной Азии [7].

Однако учитывая тот факт, что в прошлом западно-европейские страны испытывали те же самые диспропорции в экономическом разви-

тии, необходимо найти общие подходы и механизмы их экономической интеграции. Таким механизмом экономической интеграции у них послужил Союз об Евроатоме, заключенный в середине 1950-х годов. По нашему мнению, в условиях Центрально-азиатских стран аналогом такого механизма экономической интеграции должен послужить Союз о Едином Водном хозяйстве, основывающейся на принципах модели А. Христофорова. Дело в том, что водно-энергетические ресурсы трансграничных рек являются одной из экономических проблем стран Центральной Азии. Экономические проблемы состоят в том, что каждое государство, расположенное в той или иной части течения рек при совместном использовании водных ресурсов, исходят из своих экономических интересов, порождающих противоречия между энергетикой и ирригацией.

В дополнении к этому в регионе еще недостаточно выработаны экономические механизмы в сфере водопользования. Экономический механизм предполагает установление платного водопользования, основанного на экономических оценках и показателях воды: цена, плата, себестоимость, ущерб, доход, качество, количество, учета фактора времени и т.д. Система платежей должна формироваться в виде предельных размеров и включать плату за пользование водными объектами (водный налог) и плату, оплачиваемую теми, кто наносит ущерб водным объектам и направляемую на их восстановление и охрану. В складывающихся условиях стран Центральной Азии необходима унификация платы за водопользование и водного законодательства стран-водопользователей [4].

В настоящее время только в Узбекистане создана Ассоциация Водопользователей (бывшие совхозы и колхозы). Аналогичную Ассоциацию необходимо создать и на региональном уровне. Дело не только в водных ресурсах, в их избытке или дефиците, а в отсутствии экономических подходов и критериев, единых для всех стран региона, что не позволяет выработать принципы вододеления, отражающие интересы как отдельных стран, так и региона в целом. Водные ресурсы из бесплатного дара природы должны превратиться в товар, реализация которого позволяет компенсировать затраты на их обеспечение, использование и воспроизводство. Общее оздоровление экономики позволит ускорить данный процесс. Только в таком случае, т.е. при одинаковом выравнивании макро- и микроэкономических показателей, возможна дальнейшая оптимальная интеграция Центрально-азиатских стран, а главное эффективная реализация модели А. Христофорова в регионе.

*Данная модель будет функционировать в Центральной Азии при определенных условиях:*

1. Высокие темпы роста экономики, одинаковый уровень развития экономики стран региона при условиях применения новых технологии водосбережения, перехода на оборотное и капельное орошение и т.д.
2. После принятия государствами ряда важных законодательных актов, предназначенных для устранения различных препятствий в их экономической интеграции.
3. При унификации системы платежей за водопользование и водного законодательства стран при одинаковых экономических и экологических стандартах.
4. При создании Союза о Едином Водном хозяйстве и Ассоциации Водопользователей Центрально-азиатских стран, обеспечивающих согласованность их действия и бесконфликтность при совместном водопользовании и формирование единых экономических подходов и критериев оценки водных ресурсов, способствующих получению максимального экономического эффекта от их использования.

Только в этом случае реализация модели будет способствовать экономически эффективному и экологически безопасному использованию водных ресурсов и улучшению политической ситуации в регионе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асанбеков А.Т., Маматканов Д.М., Шавва К.И., Шапар А.К. Экономический механизм управления трансграничными водными ресурсами и основные положения стратегии межгосударственного водodelения. – Бишкек: изд. ИВПГ, 2000. – 44 с.
2. Бердыгулова Г.Е. Экономико-географические проблемы использования и охраны водных ресурсов трансграничных рек (на примере р. Сырдарья). – Алматы: Кайнар, 2002. – 23 с.
3. Гусева Л.Ю. Проблема использования водных ресурсов в Центральной Азии. – Алматы: КИСИ, – 2000. – 8 с.
4. Коренева И.Б., Христофоров А.В. Об оценке минимального экологически достаточного стока воды в реках // Вестник МГУ, Серия Географическая . – №1, 1993. – С. 77-83.
5. Кожакон А.Е., Сарсембеков Т.Т. Экономико-географические проблемы использования и охраны водных ресурсов в Центральной Азии. – Алматы: Изд. Атамура, 2003. – 256 с.

6. Сарсембеков Т.Т., Нурушев А.Н., Кожакоев А.Е., Оспанов М.О. Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии. – Алматы: Изд. Онер, 2002. – 647 с.
7. Христофоров А.В. Модель оптимального распределения водных ресурсов трансграничных рек // Сб. Селенга – река без границ. – Улан-Удэ, 2002. – С. 12-21

Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби

### **ОРТА АЗИЯДАҒЫ ШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРДІҢ СУ РЕСУРСТАРЫН БІРІГЕ ПАЙДАЛАНУДЫ ТИІМДІЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

Геогр. ғылымд. докторы Ш.М. Надыров  
Ж.К. Османова

*Бұл мақалада Орта Азиядағы шекаралық өзендердің су-энергетикалық ресурстарын пайдалануда кездесетін негізгі мәселелер қарастырылады, сондай-ақ осы төңіректегі шекаралық өзендердің су ресурстарын бірігіп пайдалануды тиімділеудің жалпы теориялық моделі ұсынылады.*

УДК 631.5

**МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИМЕНИМОСТИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**Доктор техн. наук  
Канд. техн. наукЖ.С. Мустафаев  
А.Т. Козыкеева  
К.Ж. Мустафаев

*Приведены принципы оценки применимости новой технологии производства, на основе экологического, экономического, социального и технического критериев, которые позволяют выбрать наиболее безопасные и безотходные технологии сельскохозяйственного производства в системе природопользования.*

В конце 20 века промышленная технология за всю историю развития человеческой цивилизации достигала небывало высокой производительности труда. Однако, как показал исторический опыт использования природных ресурсов и преобразования природной системы, если человечество будет бесконтрольно внедрять производственную технологию, неизбежно будет нарушаться жизнь на Земле. Отсюда неизбежность необходимости разработки критериев и методики экологической оценки производственной технологии и техники.

На первом этапе истории развития человеческой цивилизации, несмотря на пространственную разобщенность, люди в полном смысле находилась в зависимости от состояния окружающей среды. Технология производства была примитивной, техногенные воздействия человека на природную систему преимущественно были локальными, частично региональными, которые не оказывали сильного влияния на состояние экологических систем, в которых сохранилось свойство самоорганизации и самосоздания.

Развитие науки и техники обеспечило человечеству глубину познания законов Природы и возможность их рационального использования в прикладных целях, однако, совершенствование технологии производственного процесса развивалось односторонне, вне должного учета экологических и социальных требований, зачастую игнорируя среду обитания живых организмов, представляя самой природе нейтрализовать отходы и отбросы производства и потребления. Таким образом, совершенствование технологии про-

изводства развивалось вопреки законов Природы и принципов природопользования, по отраслевому принципу, без всесторонней оценки их экологической и безопасной применимости в производственных целях.

### Принципы оценки применимости новой технологии производства

В настоящее время принципы всесторонней оценки природной системы в условиях антропогенной деятельности человека, основанный на системном анализе интересов разного содержания, то есть технического, экономического, экологического и социального, открывает широкие возможности для содержательного анализа и объяснения применимости технологии производства. В связи с этим неизбежно возникает ряд вопросов: готовы ли науки природопользования прогнозировать последствия внедрения новой технологии в производство и какие их характеристики ограничивать для использования. Чтобы избежать отрицательных последствий новой технологии производства, необходимо критически оценить значимость их для развития общества (рис. 1).



Рис. 1. Оценки применимости новой технологии производства.

Техническая позиция – обеспечение эффективности потребления природно-сырьевых ресурсов и производство необходимого объема продукции.

Экономическая позиция – обеспечение эффективного использования материальных и повышение продуктивности использования природных ресурсов.

Экологическая позиция – недопущение ухудшения состояния окружающей человека природной среды, естественных экологических систем с их абиотическими и биотическими компонентами, от воздействия неблагоприятных антропогенных и природных факторов.

Социальная позиция – недопущение ухудшения здоровья или организма человека от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды.

Производственные и природные интересы – это интересы антагонистические, по крайней мере, в социально-экономических условиях, ха-

ракторных для общества. Развитие производства всегда связано с ростом потребления природных ресурсов и условиями техногенного воздействия на природную среду и через неё на человека. В связи с этим, социальные интересы внутренне более противоречивы, так как чем выше уровень развития материального производства и чем более удовлетворены материальные потребности человека, тем шире спектр их нематериальных запросов.

При этом, структурная оценка применимости новой технологии производства, во многом зависит или определяется приоритетностью рассматриваемых проблем и системы ценностей, т.е. исходя из строго определенных конечных целей. Если система природообустройства осуществляется для блага человечества, тогда такими ценностями должны быть человек и среда его обитания, а объектом воздействия окружающая среда. С такой позиции оценка применимости новой технологии производства, дает возможность разумного сочетания социальных, экономических и экологических интересов цивилизации в целом, а также государства, региона, бассейнов рек и каждого члена общества.

### **Оценка критерия применимости новой технологии производства**

Проблемы применимости новой технологии производства не могут рассматриваться без анализа условий и установления примерных социальных, экономических, экологических и технических параметров и критериев их оценки. Критерии оценки для каждого уровня должны иметь свою специфику и определенное сочетание интегральных показателей. Между тем, зная эти критерии, можно избежать экологического кризиса и многих дорогостоящих мер по охране окружающей среды и здоровья человека.

Содержание названных критериев истолковывается с четырех основных позиций, отражающих различные цели их использования и разную меру их понимания: технический, экономический, экологический и социальный (санитарно-гигиенический). В качестве критериев технической применимости новой технологии производства может быть использован уровень безотходности [1] – интегральный показатель, учитывающий эффективность использования природно-сырьевых ресурсов, который оценивается с помощью коэффициента полноты использования материально-сырьевых ресурсов:

$$K_m = \frac{\sum C_e (W_0 - W_e)}{\sum C_p \cdot W_0}, \quad (1)$$

где  $C_p$  – качественное состояние природно-сырьевых ресурсов;  $W_0$  – объем используемых природно-сырьевых ресурсов;  $W_e$  – объем возвратных материально-сырьевых ресурсов;  $C_e$  – качественное состояние возвратных материально-сырьевых ресурсов.

Коэффициент полноты использования природно-сырьевых ресурсов ( $K_m$ ) показывает степень замкнутости технологического процесса на «входе» и «выходе» по отношению к окружающей среде.

В качестве экономического критерия применимости новой технологии производства, можно использовать коэффициент экономической устойчивости природно-технического комплекса ( $K_3$ ), построенный в зоне «коридора», характеризующий максимально-допустимый уровень использования природных ресурсов [2, 3]:

$$K_3 = \frac{Z_n(\bar{P}_n - P_n(x)) - P_u(x) - [Z_3(\bar{P}_3 - P_3(x)) + Z_{3к}(\bar{P}_{3к} - P_{3к}(x)) + Z_{ск}(\bar{P}_{ск} - P_{ск}(x))]}{Z_n(\bar{P}_n - P_n(x))},$$

где  $Z_n(\bar{P}_n)$  – общая прибыль природно-технического комплекса;  $Z_n(P_n(x))$  – прибыль природного комплекса в естественных условиях;  $Z_3(\bar{P}_3)$  – экономический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-технической системы;  $Z_3(P_3(x))$  – затраты необходимые для качественного улучшения параметров природной среды;  $Z_{3к}(\bar{P}_{3к})$  – экологический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-технической системы;  $Z_{3к}(P_{3к}(x))$  – затраты необходимые для улучшения экологических условий природной среды;  $Z_c(\bar{P}_c)$  – социальный ущерб от ухудшения качественных параметров природной среды;  $Z_c(P_c(x))$  – затраты на улучшение социальных условий природной среды;  $P_u(x)$  – общие затраты для выпуска продукции.

В качестве критерия, характеризующего экологическую применимость новой технологии производства, может быть использован коэффициент ухудшения экологического состояния окружающей среды [4]:

$$K_{3к} = \Delta \bar{\Delta}_к = 1 - \exp\left(-C_e \frac{W_e}{W_0}\right). \quad (3)$$

Для оценки социальной применимости новой технологии производства, можно использовать показатель социальной устойчивости среды обитания человека или природной системы ( $\bar{N}$ ), характеризующий уровень заболеваемости населения в условиях антропогенного воздействия, как отношение приведенного значения заболеваемости населения ( $N_n$ ) к общей численности населения, проживающих в отдельных регионах ( $N_o$ ) [5]:

$$\bar{N} = K_{c-2} \left[ \frac{N_m + \sum k_{pi} \cdot N_{ii} + N_c + K_{эк} \cdot N_p}{N_o} \right], \quad (4)$$

где  $N_m$  – численность населения, обратившаяся в медицинские учреждения;  $N_{ii}$  – численность населения болеющей инфекционным заболеванием;  $N_c$  – показатель смертности населения в возрасте ниже показателя средней продолжительности предстоящей жизни;  $N_p$  – численность населения в зоне влияния возвратных материально-сырьевых ресурсов;  $K_{c-2}$  – коэффициент, учитывающий нарушений санитарно-гигиенических требований, которые определяются на основе законодательства (при соответствии требованиям среды обитания человека  $K_{c-2} = 1$ ; при несоответствии требованиям среды обитания человека  $K_{c-2} = 0$ ; при условном соответствии требованиям среды обитания человека  $K_{c-2} = 0,5$ );  $k_{pi}$  – коэффициент риска, характеризующий уровень опасности распространения инфекционных заболеваний.

При этом в зависимости от приоритетности рассматриваемых проблем и системы ценностей признаки или критерии оценки применимости новой технологии производства разделяются по степени важности на признаки первого (социальный) и второго (технические, экономические и социальные) порядка. По-видимому, трудно указать формальную однозначную процедуру такого разделения, но оно не только целесообразно, но и необходимо, т.е. если все признаки будет одного порядка, то несходство хотя бы одного признака, даже не имеющего существенной роли при оценке применимости новой технологии производства, может привести к решению о неприменимости в целом. Указанные принципиальные особенности оценки применимости новой технологии производства необходимо совместить в какой-то математической модели, которая не давала бы противоречивых выводов.

## Количественная оценка применимости новой технологии производства

Математическая модель для расчета количественной оценки применимости технологии производства может быть построена на основании теории множеств, многомерной или пространственной геометрии, теории вероятностей [6]. Исходя из гипотезы о случайной зависимости признаков применимости технологии производства от координат, в дальнейшем будем рассматривать стохастический вариант задачи оценки применимости. Математически задачу можно сформулировать следующим образом: определить вероятность принадлежности случайного  $m$  – мерного вектора  $w^m$  в пространстве признаков к  $m$  – мерной области  $S^m$  условного эталона, которые символически записывается так [7]:

$$P(w^m \in S^m) = \int_{S^m} \dots \int \varphi(w_1; w_2; \dots; w_m) dw_1 \dots dpw_m \dots \quad (5)$$

При этом, оценка применимости технологии производства, в которой элементы или признаки оценки соединены последовательно, т.е. неприменимость одного оценочного признака ( $P_i = 0$ ) вызывает неприменимость остальных оценочных признаков ( $P_n = 0$ ), не могут быть использованы в производствах и характеризуется произведением показателей вероятности применимости технологии производства, составляющих систему [8]:

$$P_n = P_1 \cdot P_2 \dots P_N = \prod_{i=1}^N P_i \quad (6)$$

Уравнение (6) означает, что оценка применимости, состоящая из  $n$  независимых элементов или признаков, определяется произведением оценки применимости отдельных ее признаков.

В этом случае, для учета приоритетности отдельных признаков оценки применимости технологии производства используется теория резервирования [6]. Для оценки применимости новой технологии производства можно использовать схемы общего резервирования с кратностью и с двумя нерезервированными признаками (рис. 2), где каждый признак обозначен отдельным элементом, для которого вычисляется значения  $P_i$ .

Как видно на рис. 2, схема соединения этих элементов зависит от порядка признака: элементы, соответствующие признакам первого порядка, соединены последовательно, а соответствующие признакам второго порядка – параллельно. В этом случае, для расчета оценки применимости новой технологии производства можно использовать формулу:

$$P_n = \prod_{i=1}^m \left\{ P_c \cdot \left[ 1 - \prod_{k=1}^m (1 - P_i) \right] \right\}, \quad (7)$$

где  $m$  – количество признаков;  $c$  – номер признаков первого порядка;  $k$  – номер признаков второго порядка.

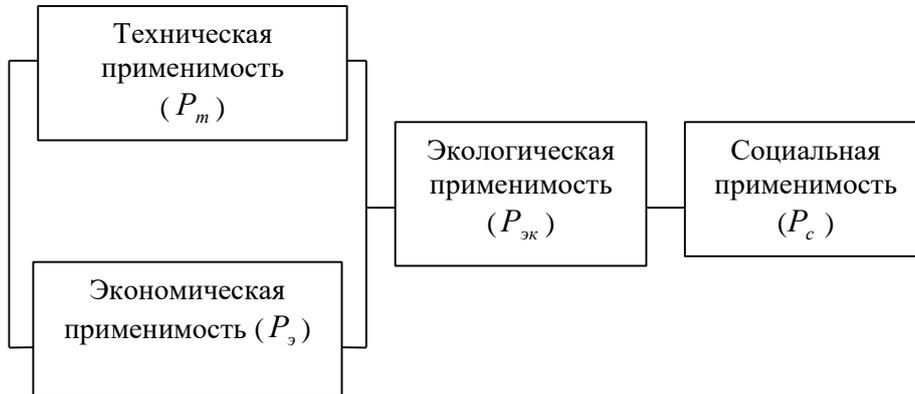


Рис. 2. Блок-схема модели многофакторной оценки применимости новой технологии производства

Вычисление одномерной вероятности совпадения одноименных признаков применимости технологии производства производится по формуле:

$$P_{c,k} = \Phi^* \left( \frac{S^{max} - \bar{w}}{\sigma_w} \right) - \Phi^* \left( \frac{S^{min} - \bar{w}}{\sigma_w} \right), \quad (8)$$

где  $S^{max}$  – верхняя граница эталонного диапазона;  $S^{min}$  – нижняя граница эталонного диапазона;  $\sigma_w$  – среднее квадратическое отклонение;  $\Phi^*$  – интеграл вероятности [9].

Из выражения (8) следует, что для расчета  $P_{c,k}$  необходимо знать статистические характеристики  $\bar{w}$  и  $\sigma_w$  закона распределения признака, а также границы эталонного интервала  $S^{max}$  и  $S^{min}$ . Представляется целесообразным назначить границы этого интервала следующим образом [7]:

$$S^{max} = \bar{w}_i - 3\sigma_{w_i} \text{ и } S^{min} = \bar{w}_i + 3\sigma_{w_i}.$$

Характерная особенность (7) заключается в том, что если признаки первого порядка не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям, то технология производства неприменима по рассматриваемой классификации. В то же время полное совпадение признака второго порядка по экономическим, экологическим и техническим критериям, еще не означает неприменимо-

сти новой технологии производства, для этого необходимо, чтобы все признаки второго порядка отвечали требованиям предъявляемым к новой безопасной технологии производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазур И.И., Молодованов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология, Высшая экология. – М.: Наука, 1996. – 225 с.
2. Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Эколого-экономическое обоснование устойчивости природно-технических систем // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов. – Алматы, 2002. – С. 220-222.
3. Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б. Экологическое и экономическое обоснование устойчивости природной системы // Материалы 4-й Международной научной конференции / Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды. – Щучинск, 2002. – С. 212-214.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. О методике экологической оценки природной среды // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане. – Алматы, 1997. – с. 128-133.
5. Мустафаев К.Ж. Оценки устойчивости природной системы как среды обитания человека // Гидрометеорология и экология, 2003, №3. – С. 97-110.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
7. Шабанов В.В., Рудаченко Е.П. Типизация объектов сельскохозяйственных мелиораций // Вестник сельскохозяйственной науки.
8. Мирцхулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений. – М.: Колос, 1974. – 278 с.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 576 с.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### **ТАБИҒАТ ҚОРЫН ПАЙДАЛАНУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ҚОЛДАНУ МҮМКІНШІЛІГІН БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ ЖӘНЕ СЫНАҚТЫҚ КӨРСЕТКІШІ**

Техн. ғылымд. докторы      Ж.С. Мұстафаев  
Техн. ғылымд. канд.        Ә.Т. Қозыкеева  
   Қ.Ж. Мұстафаев

*Өндірістік технологиясын пайдалануға жарамдылығын техникалық, экономикалық, экологиялық және әлеуметтік тұрғыдан бағалауға арналған әдістемелік нұсқа ұсынылған. Оның теориялық негізі ретінде кеңістік геометрия және қорлау теориясы пайдаланылып, экономикалық, техникалық, экологиялық және әлеуметтік сынақтық көрсеткіштердің математикалық бейнесі берілген.*

УДК 631.618.(574.4)

**БИОПРОДУКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ В ФИТОЦЕНОЗАХ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ**

Доктор биол. наук      Ф.Е. Козыбаева  
   Э.А. Мурсалимова

*На отвалах Зырянского месторождения проводилась биологическая рекультивация с созданием искусственных почвогрунтов. Использовались древесно-кустарниковые породы с посевом бобово-злаковых культур. Исследования показали, что наибольшая биомасса приходится на первые 5-6 лет рекультивации, в последующие годы отмечается последовательное их снижение. Биопродуктивность бобово-злаковых трав зависит от свойств почвогрунтов. Поступление тяжелых металлов в растения на рекультивированном участке происходит через корневую систему. Высокие концентрации цинка и свинца отмечены в вариантах «третичная глина + отвал», «суглинок + техногенный песок + отвал».*

Могущественным фактором, оказывающим влияние на направление почвообразовательного процесса, являются живые организмы. По словам В.И. Вернадского, «... на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом» [1].

Именно им, высшим растениям, как главным накопителям вещества и энергии в биосфере, принадлежит ведущая роль в процессах почвообразования. Поступление органических остатков – процесс привноса органического вещества на поверхность почвы или в почву в виде свежих отмерших растительных и животных остатков (надземных и подземных), экскрементов животных, пойменных и агроирригационных наилок, органических удобрений и др. [3].

Известно, что через опад органическое вещество, созданное растениями, попадает в почву, и под воздействием живых организмов, населяющих почву, подвергается процессам трансформации. Интенсивность и характер процесса в значительной степени зависят от климата, рельефа и, главным образом, от функционирования структуры

биогеоценоза или агроценоза, продуцирующих различное по устойчивости к трансформации и минерализации органическое вещество [6].

Очень важен и химический состав поступающих в почву растительных остатков. В него входят различные по устойчивости к микробиологическому воздействию классы сложных органических соединений – углеводы, белки, лигнины, липиды, воски, смолы, дубильные вещества, а также различные пигменты, ферменты, витамины, низкомолекулярные соединения, зольные элементы. Растительные остатки различных ценозов в общем состоят из всех перечисленных соединений, однако количественное содержание компонентов варьирует в широких пределах. После отмирания живых организмов весь этот сложный комплекс веществ поступает в почву или на ее поверхность и подвергается дальнейшей трансформации с различной скоростью в зависимости от конкретных гидротермических условий.

Продуктивность фитоценозов рекультивируемых промышленных отвалов характеризует процесс регенерации техногенных ландшафтов. По данным Ж.Т. Какимова и др. [4] растения в первые два года вполне жизнеспособны. Авторы отмечают, что наиболее перспективными и благоприятными для роста и развития растений и их корневой системы являются вариант: отвал + щебень + суглинок.

Данные биопродуктивности обработанные методом статистики на рекультивированных отвалах показали, что наиболее продуктивными являются субстраты на вариантах: 13 пл. отвал + чернозем (15 см), 11 пл. отвал + суглинок (25 см). Корневая система травосмеси на данных вариантах последовательно распределяется по слоям и наибольшая часть приходится на верхние горизонты, также как на зональном черноземе, где основная часть корней сосредоточена в 0...10 см слое с резким снижением на больших глубинах. Соотношение надземной и подземной массы растений на отвалах свидетельствует о явном привалировании корневой массы, чего не наблюдается на зональной почве, где масса корней почти равна надземной массе растений (табл. 1, 2). Наименее продуктивной является третичная глина, где травосмесь из бобовых культур (эспарцет+люцерна) образовала наименьшую надземную и корневую массу. При раскопке корней можно было наблюдать образование более плотного сложения в слое (0...20 см) за счет передвижения илистой и тонкопылеватых фракций субстратов – «лессиваж», что указывает на начальные процессы формирования иллювиального «горизонта».

Таблица 1

Биопродуктивность фитоценозов рекультивированных отвалов, ц/га (1983...1984 гг.)

Вариант	Глубина, см	Корни	Σ корней	Урожай сена	Опад надземной массы	Общая фитомасса	% корней от общей фитомассы	% надземной массы
8 отвал – щебень-песок-суглинок (травосмесь)	0...10	29,33						
	10...20	11,33						
	20...30	3,41	44,07	6,98	2,71	53,76	81,98	18,02
10 отвал – щебень-суглинок-чернозем (травосмесь)	0...10	23,18						
	10...20	6,35						
	20...30	6,22	35,75	12,16	2,36	50,27	71,12	28,88
11 отвал – суглинок (травосмесь)	0...10	36,49						
	10...20	15,02						
	20...30	4,18	55,69	12,33	8,08	76,10	75,18	26,82
13 отвал – чернозем (травосмесь)	0...10	42,35						
	10...20	21,12						
	20...30	12,52	75,99	11,51	5,53	93,03	81,68	18,32
Третичная глина (эспарцет)	0...10	7,22						
	10...20	3,60						
	20...30	2,44	13,26	12,52	7,54	33,32	39,80	60,20
Зональная почва (чернозем выщелоченный)	0...10	44,24						
	10...20	9,50						
	20...30	3,28	57,02	43,35	14,73	117,60	50,61	49,39
	30...40	1,60						
	40...50	0,90	59,52					

Таблица 2

Биопродуктивность фитоценозов рекультивированных отвалов, ц/га (2001 г.)

Вариант	Глубина, см	Корни	$\Sigma$ корней	Урожай сена	Опад надземной массы	Общая фитомасса	% корней от общей фитомассы	% надземной массы
13 пл. (отвал + чернозем)	0-6	3,15						
	6-12	1,56	4,71	4,93	17,46	27,1	17,38	17,38
12 пл. (отвал + суглинок)	0-20	74,67	74,67	9,5	12,33	96,50	77,38	77,38
Третичная глина	0-4	1,13						
	4-20	0,7	1,83	10,3	10,92	23,05	7,94	7,94

Распределение корневой системы по слоям, а также механических фракций субстратов, появление на суглинистых грунтах темнокрашенного слоя за счет поступления органической массы растений свидетельствует о начальных процессах почвообразования в почвогрунтах за постбиологический рекультивационный период. Статистическая обработка результатов за 1983 год показала, что самый высокий урожай сена получен с площадок 21,12, которые идентичны по насыпному почвогрунту. На площадках отмечается повышенная пестрота растительного покрова. Коэффициент вариации (V) колеблется от 38 до 93,4 %, на остальных площадках отмечается более равномерное их распределение.

Учет опада и корневой системы растений в условиях восстановления техногенных ландшафтов имеет важное значение. Известно, что органическое вещество, как основной показатель плодородия, образуется за счет растительного опада и корней. Данные статистической обработки по Доспехову показывают, что на вариантах, включающих техногенный песок, а также в однослойных вариантах (отвал - чернозем; отвал - суглинок; отвал - третичная глина), особенно ярко выражена большая пестрота в распределении корневой системы травянистых культур – коэффициент вариации имеет широкие пределы от 40 до 127 %.

Наличие в техногенном песке, и в самих отвалах, больших концентраций тяжелых металлов отрицательно сказывается на образовании корневой системы и ее распределение внутри почвогрунтов, чем и вызвана высокая изменчивость. Результаты 1984 г. по учету урожая, опада и корней подтверждают большую пестроту и неоднородность среды обитания растений опытного поля. Объясняется это различной мощностью насыпных грунтов, их природой происхождения (чернозем выщелоченный, суглинистая порода, третичная глина, отвал и техногенный песок), от физико-химических свойств этих субстратов и биологией самих растений.

По истечении 16 лет на опытных площадках произвели учет общей фитомассы – надземной и подземной.

На варианте отвал + чернозем на глубине 6...12 см наблюдается обилие корешков и корневых волосков, на поверхности имеется хороший опад и обильное заселение мхов. Урожай сена на 13 площадке (отвал - чернозем) составил – 4,93 ц/га, на 12 площадке (отвал – суглинок) – 9,5 ц/га, на третичной глине – 10,30 ц/га. Опад на площадках, состоящий из старых и свежих растительных остатков, составил: 13 пл. – 17,46 ц/га,

12 пл. – 12,33 ц/га, 8 пл. – 11,85 ц/га, третичная глина – 10,92 ц/га. Биомасса корней на варианте чернозем на отвале составил 4,71 ц/га, корневая масса на варианте суглинок-отвал на глубине 0...20 см составила 74,67 ц/га, на третичной глине – 1,83 ц/га.

По результатам образовавшейся общей фитомассы в различных насыпных грунтах (рис.) следует отметить, что больше всего идет накопление в суглинистом субстрате, что напрямую отразилось на почвообразовательном процессе и накоплении органического вещества в субстрате [5].

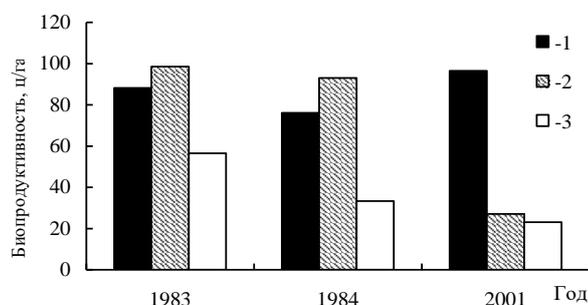


Рис. Общая биопродуктивность фитоценозов рекультивированных отвалов. 1 – суглинок, 2 – чернозем, 3 – третичная глина.

В техногенных ландшафтах изучение содержания элементов в растениях является обязательным условием, так как недостаток или избыток микроэлементов в геохимической среде ведут к эндемическим заболеваниям. Культурные растения, как правило, в меньшей степени способны накапливать тяжелые металлы и обладают меньшей устойчивостью к ним, чем дикорастущие, поскольку при этом допускается проникновение загрязнителей в пищевые цепи.

По Большакову и др., [2] поступление тяжелых металлов в растения через корневую систему зависят, прежде всего, от количества этих металлов в почве. Тяжелые металлы по-разному накапливаются в органах растений. По степени насыщенности тяжелые металлы располагаются в ряд: корни > листья > стебли > семена. В растениях опытного участка наблюдается небольшая концентрация тяжелых элементов в опаде, и особенно, в корнях (табл. 3). Основные виды растений на 13 площадке – злаки, звербой, икотник серый, вьюн полевой, полынь. Проективное покрытие – 80 %. Высокая концентрация тяжелых металлов в корнях люцерны (площадка 21) объясняется тем, что на глубине 20...40 см находится слой техногенного песка, который содержит избыточное количество всех мик-

роэлементов. В опаде, корнях люцерны и эспарцета на варианте с третичной глиной также выявлены высокие концентрации свинца и кадмия.

Концентрация микроэлементов в растениях зависит, в первую очередь, от избирательной способности растений и от среды обитания.

Таблица 3

Микроэлементы в растениях, (мг/кг сухого вещества)

Вариант	Части растений	Zn	Cu	Pb	Cd
Пл. 11 (злаки + бобовые)	зеленая масса	38,75	4,50	11,25	0,50
	опад	68,75	10,00	18,75	1,25
	корни: 0...20	52,50	13,75	11,25	1,00
Пл. 13 (злаки + бобовые)	зеленая масса	116,25	8,25	27,50	2,75
	опад	58,75	8,25	23,75	1,25
	корни: 0...15	72,50	15,0	18,75	1,50
Третичная глина (эспарцет + люцерна)	зеленая масса	412,5	6,25	13,75	4,50
	опад	3,75	19,25	53,75	4,25
	корни: 0...10	не опр.	16,75	16,25	7,00
	10...20	не опр.	17,50	25,00	13,00
	20...30	не опр.	25,75	72,50	23,00
	зеленая масса	63,75	5,25	13,75	0,75
Пл. 21 люцерна	опад	81,25	20,00	28,75	1,25
	корни: 0...20	130,00	40,00	43,75	2,00
	20...40	1150,6	491,40	1044,2	23,02

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белицина Г.Д. и др. Почва и почвообразование, Ч.1. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
2. Большаков В.А. и др. Аэротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1993. – 122 с.
3. Караваева Н.А. и др. Элементарные почвообразовательные процессы. Опыт концептуального анализа, систематика. – М.: Наука, 1992. – 78 с.
4. Какимов Ж.Т. Экология перспективных культур для фитомелиорации отвалов цветной металлургии в условиях Восточного Казахстана // Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан. – Алматы, Наука, 1998. – 103 с.
5. Козыбаева Ф.Е., Мурсалимова Э.А. Биопродуктивность растений в условиях рекультивации отвалов и влияние их на процессы почвообразования // II Международная научно- практическая конференция «Почва, жизнь, благосостояние». – Пенза: Приволжский дом знаний, 2001. – С. 133-134.

6. Масюк Н.Т., Бекаревич Н.Е. Некоторые программно-методические вопросы изучения биогеоценологического покрова в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М.: Наука, 1978. – С.89-105.

Институт почвоведения

**ΔΑΕΟΕΥΟΕΑΑΟΕΒΕΑΙ±ΑΙ ΊΑΔΕ°ΝΠ ΙΟΑΛΕΑΑΔΥΙΑÛ±Û  
 ΟΕΟΙΟΑΙΨΑΑΔΑÛ³ ΑΕΙΕΙΑΕΒΕÛ² ΊΠΑΙΕΙΑΙ Α°ΙΑ ΗÛ³  
 ²μΔΑΙÛΙΑΑ±Û ΑΟÛΔ ΙΑΟΑΕΑΔ**

Αείεϊã. ¹ûëùïã. äíêòíðû

Ф.Е. Козыбаева  
 Э.А. Мурсалимова

Çýðÿí éã» ïðíúí» ïðáàëäüíäà æãñãíãú ðííðà° äðóíððäüí  
 °½ðó ïáí áείεϊãëÿëü° ðãéóëüðèáàöèÿ æ¼ðãíçíëãí. Á¹àø-á½ðà  
 ¼ñííãíëðãðí æ,íã á½ðøà-àñòú° ð½°úíãàñðäðüí» äà°üëäðü  
 ïáéããéãíãú. Çãðððãóéãðãí» é¼ðñãðóí áíéúíøà á» é¼í áéíãññã àë¹àø¹  
 5-6 æüëúíãà àëúíãú, éãëãñí æüëäðü ííú» ð¼íãíããóí ááé°àëããú. Á½ðøà°  
 æ,íã àñòú° ð½°úíãàñ ø¼íðãðãí» ¼ííãíëíãí ðííðà° °ãñëðòíã  
 ááééãíúñòú. ¹ñíãíëéã àóúð ïððãëãäðãú» ð¼ñíó ðàíúð æ¼éãñí àð¹üë  
 áíëããú. ¶øòíë ááëøú°+íðáãë, °½í ááëøú°+ðãðííããíãíé °½í+íðáãë  
 áàðëàíððäðüíãà ïúðø íãí °ð¹àñúííú» øí¹üðëãíóú æí¹àðü.

УДК 631.445,4

**ВРЕМЕННО ЕСТЕСТВЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН**

Канд. с.-х. наук

Т.Р. Рыспеков

*Рассматриваются степень использования территории Республики в сельском хозяйстве до и после 1991 г., и образование временно естественных ландшафтов. Показана взаимосвязь сельскохозяйственной нагрузки на ландшафты и части этих ландшафтов, оказавшихся временно в естественном состоянии.*

Развитие общества в мире направлено на освоение природных богатств. Этот процесс направлен в сторону постоянного увеличения производства по использованию природных ресурсов. Природные ресурсы территории Республики Казахстан также использовались по возрастающей до 1991 года. Начиная с этого года природные ресурсы стали использоваться по рыночным условиям. «Перестроечный период» вызвал спад или резкое сокращение производства предприятий. Изменились экономические, социальные условия и пр.

Сокращение производства предприятий привело к уменьшению антропогенной нагрузки на природную среду. Однако величины срока и масштабы одновременно уменьшенной антропогенной нагрузки привели к созданию временно естественных ландшафтов. Особенно сильно сократилось сельскохозяйственное производство растениеводческой и животноводческой продукции. В республике и раньше были периоды, когда распаивались почвы, которые затем (по разным причинам) не осваивались. Сроки распашки по годам и масштабы площадей были не очень большими. Эти земли попали в разряд залежей.

Залежи того периода были окружены большими площадями естественной территории, последние не могли быть распашаны из-за малой мощности техники. Распашка целинных земель (до 1954...1960 гг.) слабой техникой производилась на небольших площадях, и глубина вспашки была мелкой. Нераспаханные территории являлись естественными пастбищами, сенокосами и природные ландшафты сохраняли свою целостность. Отрасль животноводства не содержала большого количества скота, так как маломощная техника не позволяла запастись корма на зимний (стойловый) период.

По данным [7] за период с 1954 по 1960 гг. в Казахстане было распахано свыше 18 млн. га новых земель на равнинных ландшафтах. Темпы освоения почв постепенно нарастали. Возрастала культура земледелия: различные виды механических обработок, севообороты, применение удобрений и ядохимикатов. В южных регионах стали развивать оросительные системы, что позволило получать больше разнообразной сельскохозяйственной продукции, увеличить площади освоенных земель и интенсивно их использовать. И если 6,7 млн. га было освоено до 1954 года по одной технологии и интенсивности, то в дальнейшем эти площади возросли почти в 6 раз, и технология их использования изменилась. По данным [3] подзона черноземов обыкновенных занимает 12,1 млн. га площади, из них пашни – 7,16 млн. га. По данным [5] на равнинах распаханность территорий достигает 90 %. В тоже время мелкосопочные ландшафты распаханы в три раза меньше. Ландшафты сухих типчаково-ковыльных степей на равнине распаханы на 50...60, а в мелкосопочнике – только на 10...15 % [5].

Экстенсивное освоение больших территорий в течение 40...50 лет в северных и интенсивное освоение за 50...70 лет в южных регионах, соответственно, существенно сказалась на многих компонентах ландшафтов (табл. 1). Из-за пересеченности местности, склонов различной крутизны предгорные почвы не распахиваются сплошным массивом, как целинные почвы. Это разнообразит ландшафт и оберегает природную среду. Пересеченность местности и взаимовлияние зон вертикальной зональности способствуют сохранению разнообразия растительных и других сообществ и способствуют большей устойчивости природной среды антропогенным нагрузкам. Связь разнообразия растений с устойчивостью среды отразилось как в вертикальном направлении между компонентами ландшафтов, так и в горизонтальном.

Таким образом, на территории республики естественные ландшафты стали замещаться агроландшафтами. Доля последних (распаханных), стремительно увеличивалась, не позволяя многим организмам адаптироваться, мигрировать на другие территории. Из 235 млн. га почвы [9] 182 млн. являлись пастбищами, более 5 млн. сенокосами, 35,6 млн. га пашней [1]. Агроландшафты из разряда освоенных частично перешли на окультуренные и культурные уровни, а частично и на деградированные.

Освоение таких территорий под растениеводство требует высокой энергооснащенности сельскохозяйственных предприятий. А большие территории, отведенные под пастбища, позволяют содержать большое поголовье ско-

та. И то, и другое к 1991 году было: энергонасыщенность (в расчете на 100 га пашни) составляла 150 л.с. [8], поголовье крупного рогатого скота (КРС) достигло 9,8млн., а мелкого рогатого скота (МРС) – 36,2 млн. голов [2] (по данным [6] эти цифры составляют – 6,9 млн. и 41,8 млн. голов соответственно).

Таблица 1

Степень использования земель в различных регионах, местностях и их влияние на компоненты ландшафта

Степень использования	Изменения		
	в травостое	в почве	в стоке
	<i>Южный регион</i>		
Интенсивное	Возделывают различные культуры	Влияние орошения, севооборотов, удобрений	Существенный расход речной воды на орошение
	<i>Северный регион</i>		
Умеренное (среднее), слабое	Монокультуры, в основном, зерновые	Вынос элементов питания, трещины	Слабый поверхностный сток за вегетационный период
	<i>Развитое пересечение местности</i>		
Слабое, умеренное, интенсивное	Разнообразие культур сохраняется	Возделывание культур на различных по размерам площадях	Использование поливов усложняется, водная эрозия усиливается
	<i>Слабое пересечение местности</i>		
Интенсивное	В зависимости от севооборотов	Площадное воздействие (массивы)	Осадки, поливные воды используются эффективно

Со временем стали сочетаться культурные растениеводческие поля и деградированные в разной степени пастбища. Так, в бывшем плодосовхозе «Алмалы» (с. Карасай батыра, Кордайского района), предгорные равнинные территории утопали в цветущих садах. Сады занимали территорию более 2 тыс. га, на которых плодоносили такие сорта яблонь как апорт, грушовка, суслепер, антоновка, розмарин и др. Горная территория, отведенная под пастбища, была деградированной, причем, чем ближе находилась территория к селу, тем сильнее была ее деградация.

Экстенсивное использование пастбищ сказалось на всех компонентах ландшафта. Растительные сообщества сильно изменились, так как сохраняются не поедаемые: адраспан, конский щавель, бодяк и др. Почвы подверглись сильному вытаптыванию и склоны покрылись многочислен-

ными тропками. Многие родники исчезли, реки обмелели. Такую ситуацию можно наблюдать по всей территории республики (табл. 2).

Истощение биоразнообразия лугов в степной зоне произошло на 70, а в пустыне – на 60 %. По данным [5] деградировано в сильной степени 48 млн. га (по данным [2] – 30...32 млн. га) пастбищ из них средне и сильно сбитых 24 млн. га, а 24,8 млн. га вызывают дефляцию почв из-за нерегламентированного выпаса. При умеренном выпасе на сероземах светлых супесчаных объемная масса почвы в слое 0...30 см составляет 1,29 г/см<sup>3</sup>, а в заповеднике – 1,28 г/см<sup>3</sup>. На участках с интенсивным выпасом объемная масса почвы достигала 1,33...1,34 г/см<sup>3</sup> [4].

Таблица 2

Степень использования пастбищ в различных условиях и их влияние на компоненты ландшафта

Степень использования	Изменения		
	в травостое	в почве	в стоке
<i>Выпас скота на пастбищах близких к водопою</i>			
Интенсивное	Развиваются не поедаемые и плохо поедаемые	Площадное распыление или уплотнение	Плохое впитывание осадков, сокращение
<i>Выпас скота на пастбищах удаленных от водопою</i>			
Умеренное (среднее), слабое	Разнообразие растений сохраняется	Уплотнение слабое, точечное	Слабое
<i>Пересечение местности развитое</i>			
Слабое, умеренное, интенсивное	Разнообразие восстанавливается быстрее	Снос мелкозема, опада, уплотнение полосное	Непостоянный, иногда мутный
<i>Пересечение местности слабое</i>			
Интенсивное	Разнообразие не восстанавливается или замедленно	Площадное распыление или уплотнение.	Сокращение

Мы пересчитали ежегодный рацион КРС и МРС (поголовье на 1990 г.), который равняется 612 млн. ц кормовых единиц (к.е.). Продуктивность всей площади пастбищ составляет 291,3 млн. ц к.е., около 45 млн. ц к.е. составляет продуктивность лугов. Разность между природной продуктивностью и рациональным потреблением домашними животными кормов составляет 275,7 млн. ц к.е. Что составляет урожай пастбищ со 172,3 млн. га, т.е. отрицательный баланс равняется – 94,38 % (почти в

2 раза). Эти расчеты также показывает, что поголовье КРС должно быть меньше на 4452,5 тыс. или МРС – на 26921,9 тыс. голов, чтобы пастбища не подвергались (дальнейшей) деградации.

Такая ситуация заставляет держать в напряженном состоянии растениеводство, требуя сохранения и увеличения продуктивности не только пастбищ, но и пашни. Продукция пашни частично идет на корм скоту: многолетние травы (бобовые, злаковые) в зерновых севооборотах, кормовые севообороты (кукуруза и подсолнечник на силос, кормовая свекла, фуражное зерно, свекловичный жом и др.).

В напряженной ситуации оказались и многие ландшафты с естественными пастбищами и сенокосами. Поедаемые растения, из года в год, лишались возможности нормального роста и развития за вегетационный период. Растения не успевали или зацвести, или обсеменить произрастающую территорию, из-за чего некоторые виды постепенно исчезали. Изменялся травостой и продуктивность растительной массы, это влекло дальнейшую трансформацию животного мира, свойства почвы, поверхностный и подземный сток.

Однако социально-экономическая ситуация в РК сложилась таким образом, что поголовье скота снизилось с 1991 по 1995 г. – на 1746,5 тыс. КРС и на 11090,6 тыс. голов МРС, к 1996 г. – на 1213 тыс. КРС, 5548,2 тыс. голов МРС [2]. Эти данные говорят, что сокращение поголовья скота на 1996 г. уже превышает тот уровень (напряженный) количества поголовья (2959,5 тыс. КРС + 16638,8 тыс. голов МРС), которое наносило ущерб ландшафтам (или 4452,5 тыс. КРС, или 26921,9 тыс. голов МРС).

Тенденция сокращения поголовья скота с 1991 г. сохранялась до 2000 г. За 10 лет КРС сократилось на 5821,2 тыс., а МРС – на 26665,9 тыс. голов (интерпретированы данные [2]). Хотя поголовье скота с 2000 г. начало увеличиваться с 4106,6 тыс. КРС и 9656,8 тыс. МРС до 5303,0 тыс. и 13786,1 тыс. в 2003 г., соответственно, а к 2004 г. прибавилось еще 363,2 тыс. и 1329,3 тыс. голов [6], экологическая ситуация стала гораздо благоприятнее (улучшенная).

Это положительно отразилось на ландшафтах и в первую очередь на растительном покрове. Если на 1991 г. потребность КРС и МРС в кормовых единицах составляла 612 млн. ц, то на 1999 г. потребность составляла 212,3 млн. ц. Вычисленная критическая масса продуктивности пастбищ взятая в к.е. составляет 336,3 млн. ц. Можно допустить, что прирост биомассы растений на пастбищах и лугах (на 1999 г.) составлял

124 млн. ц к.е. или 248 млн. ц сена. Такое количество сена можно получить, примерно, с 13 млн. га лугов или 50...60 млн. га пастбищ. Поголовье КРС и МРС в 2004 г., получая оптимальный рацион, будут использовать 316,0 млн. ц к.е. Этот объем будет ниже общей продуктивности пастбищ и лугов (336,3 млн. ц к.е.). Это означает, что в природе останутся сохраненным еще растения, которые будут способны давать семена, органическую массу, сохранять почву, выделять кислород и т.д.

Таким образом, ландшафты, которые в течение 50...70 лет находились в сельскохозяйственном использовании как луга и пастбища, оказались в естественных природных условиях в течение 10...14 лет. В течение этого срока растительные сообщества вступили не только в полноценную фазу развития (полноценное вызревание, обсеменение и пр.), но и в биологический и биогеохимический круговороты.

В естественных природных условиях оказались массы площадей ландшафтов, растительность которых потеряла пропорциональность в ассоциациях, изменилось проективное покрытие, продуктивность, качество. Функции растительного покрова ослабли. Однако различные ландшафты по-разному восстанавливаются. Растительный покров пересеченной местности более разнообразный, чем на выровненной, и его восстановление происходит быстрее (табл. 3). Например, под кустами шиповника, спиреи, под колючками кузиний и др. сохранялась растительность, которую животные не могли достать, где они полностью вызревали.

При восстановлении растительного покрова различных ландшафтов важную роль играют границы контактов с аллювиальными ландшафтами или их удаленность. В долинных ландшафтах сохраняется наибольшее разнообразие растительности. *Временно естественные пастбища* занимают огромную территорию, которая находится в природных условиях несколько лет, после длительного использования. Устойчивость этих ландшафтов различная, соответственно стадии сукцессии растительного покрова будут разными. Использование временно естественных пастбищ под выпас скота начнется уже на более-менее восстановленных и приближенных к естественному плодородию ландшафтах.

Временно естественные пастбища и сенокосы имеют определенную границу с освоенными (распаханными) под культурные растения территориями. Значительная часть освоенных территорий сейчас также находится в естественных природных условиях в течение 8...12 лет и более.

Таблица 3

Современное состояние временно естественных пастбищ, их восстановление и изменения по компонентам ландшафта

Степень восстановления	Изменения		
	в травостое	в почве	в стоке
<i>Выпас скота на пастбищах близких к водопою</i>			
Умеренное (среднее), слабое	Развиваются не поедаемые и плохо поеда- емые	Увеличивается корневая масса, опад, проектив- ное покрытие	Улучшается впитывание осадков, норма- лизуется сток
<i>Выпас скота на пастбищах удаленных от водопою</i>			
Интенсивное	Разнообразие растений разви- вается по зо- нальному типу	Угроза эрозии и дефляции осла- бевает	Слабое
<i>Пересечение местности развитое</i>			
Интенсивное	Разнообразие восстанавлива- ется быстрее	Сокращается снос мелкозема, опада	Непостоянный, иногда мутный
<i>Пересечение местности слабое</i>			
Слабое	Разнообразие восстанавлива- ется замедленно	Увеличивается корневая масса, опад, проектив- ное покрытие	Нормализуется

Переход на рыночные условия развития Республики Казахстан вызвал сокращение посевных площадей сельскохозяйственного производства на 19308,3 тыс. га. Это является огромной территорией. К этому можно добавить и часть из 4847,8 тыс. га посевных площадей переданных в крестьянские хозяйства, которые не полностью осваиваются.

*Временно естественные (освоенные) ландшафты* характеризуются ранее обработанным гомогенным на 20...25 или 25...27 см пахотным слоем, хозяйственным выносом биофильных элементов на протяжении 50...70 лет, своеобразным травостоем, механическим уплотнением верхних слоев ландшафтов колесами техники (табл. 4). Временно естественные ландшафты влияют на функционирование окружающих ландшафтов. На них отсутствуют шумы, вызываемые работающей техникой, которые распугивали живые организмы ранее. Общая площадь этих ландшафтов равняется площадям целых подзон и даже больше некоторых.

Временно естественные ландшафты не относятся к «бросовым», потому что многие из них не потеряли своего плодородия, которое и явля-

лось причиной их освоения. Понятие «залежи», в основном, связано с небольшими, прерывистыми территориями целенаправленно оставленными на восстановление плодородия почвы. «Залежи» не играют большой роли в функционировании ландшафтов, а тем более не влияют на функционирование других ландшафтов.

Таблица 4

Временно естественные ландшафты в различных регионах и местностях

Степень восстановления	Изменения		
	в травостое	в почве	в стоке
	<i>Южный регион</i>		
Интенсивное, слабое	Развиваются различные дикорастущие культуры	Влияние опада и корневой массы растительности	Существенное сохранение речной воды
	<i>Северный регион</i>		
Умеренное (среднее), слабое	Двудольные, однодольные не типичные и не культивируемые виды	Влияние опада и корневой массы растительности	Слабый поверхностный сток за вегетационный период
	<i>Развитое пересечение местности</i>		
Интенсивное	Разнообразие дикорастущих растений развивается	Влияние опада и корневой массы на различных по размерам площадях	Сокращение поливов, водной эрозии
	<i>Слабое пересечение местности</i>		
Слабое, умеренное	Двудольные, однодольные не типичные и не культивируемые виды	Площадное воздействие (мас-сивы) опада и корневой массы	Осадки используются эффективно

Временно естественные ландшафты охватывают большую территорию в различных природно-климатических зонах, поясах и подзонах. Поэтому травостой в этих ландшафтах отличается друг от друга, соответственно и функции отличаются. На некоторых территориях растительная биомасса временно естественных ландшафтов играет роль в накоплении опада, увеличении численности и популяции животных.

С 2000 по 2004 гг. временно естественные ландшафты вовлекаются в основном в производство зерновых культур. Эти ландшафты дают более высокие и качественные урожаи, по сравнению с освоенными. Так как,

увеличивается масса растительного опада, улучшается состав микроорганизмов, агрегатный состав почвы, запасы влаги.

Посевные площади зерновых культур в республике достигли 13862,5 тыс. га в 2003 г. и 14260,8 тыс. га в 2004 г. [6]. В ряде регионов начало освоения временно естественных ландшафтов начинают с так называемого «пала» (сжигают растения на полях), что не только загрязняет атмосферу, отрицательно действует на животный мир, но и уничтожают имеющуюся на полях органическую массу.

Выводы:

На территории Республики Казахстан находятся ландшафты, которые в разной степени использовались в течение десятилетий, а затем остались в естественных природных условиях относительно длительный период. Следует отнести эти ландшафты к временно естественным, так как их функции несколько изменились (ни агроландшафты, ни естественные ландшафты) и они способны влиять на окружающую природную среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюсенбеков З.Д. Земельные ресурсы Республики Казахстан, проблемы их рационального использования и охраны в условиях рыночной экономики // Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан / Материалы науч. конф. – Алматы, 1998. – С. 18-25.
2. Есполов Т.И. Эффективность агропродовольственного комплекса Казахстана. – Алматы: Агроуниверситет, 2002. – 450 с.
3. Жердева С.В. К вопросу агроэкологической оценки пашни Северного Казахстана / Матер. науч. конф. Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан. – Алматы, 1998. – С. 101-102.
4. Мухаметкаримов К.М., Смаилов К.Ш. Изменение физико-химических свойств почвы при различных режимах выпаса на естественном пастбище // Научные основы воспроизводства плодородия, охраны и рационального использования почв Казахстана / Сб. научных статей. – Алматы: Институт почвоведения МНО РК, 2001. – С. 228-231.
5. Национальный отчет по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия / Гл. ред. К.Н. Карибаева. – Алматы, 1998. – 96 с.
6. Объем валовой продукции сельского хозяйства уменьшился // Казахстанская правда. – 2004, 22.10. – с. 12.
7. Сапаров А.С., Фаизов К.Ш. К 50-летию начала освоения целинных и залежных земель в Республике Казахстан // Актуальные проблемы почво-

- ведения (к 50-летию освоения целинных и залежных земель) / Сб. научных статей. – Алматы: Институт почвоведения, 2004. – С. 5-10.
8. Хожаназаров К.Х., Сохатская Н.П. Материально-техническая база сельского хозяйства // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1990, № 4. – С. 10-14.
  9. Чигаркин А.В. Региональная геоэкология Казахстана / Уч. пособие. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – 225 с.

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби

### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ УАҚЫТША ТАБИҒИ ЛАНДШАФТАРЫ**

Ауыл шар. ғылымд. канд.      Т.Р. Рысбеков

*Республика территорияларын 1991 жылға дейін және одан кейін ауыл шаруашылығында пайдалану деңгейі және уақытша табиғи ландшафтардың пайда болуы қарастырылады. Ландшафтарға түсетін ауыл шаруашылық салмақ пен уақытша табиғи жағдайға қалған ландшафтар бөлігінің өзара байланыстары көрсетілген.*

УДК 631.521

**НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ  
ЭНЕРГИИ (ВИЭ) НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И МЕТОДЫ ЕГО  
УСТРАНЕНИЯ**

Канд. техн. наук

М.Е. Баймиров

Доктор техн. наук

Б.Ф. Анисимов

*Впервые рассмотрены новые экологические проблемы с освоением ВИЭ, методы его устранения на примере ветроэнергетической установки (ВЭУ) и проводится малый технобиохимический цикл применения ВИЭ.*

Известно, что применение ВИЭ позволяет существенно сократить выбросы вредных веществ в атмосферу. Однако эти источники энергии не являются полностью экологически чистыми. Негативное воздействие ВИЭ на окружающую среду проявляется в широком спектре экологических факторов. Наиболее существенные воздействия на экосистемы энергоустановок, использующих энергию солнца, ветра, тепла земли, могут быть представлены следующей классификацией (рис. 1).

В установках термомеханического преобразования солнечного излучения применяются фреон, аммиак. При термодинамическом преобразовании солнечной энергии в качестве теплоносителя используются: жидкий натрий, водород, синтетические масла и т. д. В случае аварий, пожаров на солнечных установках возможно загрязнение прилегающей территории вредными веществами. Локальное ингредиентное загрязнение почвы может произойти при эксплуатации солнечных прудов с крутыми рассолами.

Параметрическое загрязнение окружающей среды установками на основе ВИЭ обусловлено генерированием шума, световым и магнитным излучением при работе установок. Так, при использовании солнечных преобразователей происходит затенение земель, изменение локального теплового баланса, направления и скорости ветра, температуры почвы. Энергоустановки, использующие ВИЭ, могут оказывать влияние на качество среды обитания. Ввиду малой плотности энергетических потоков они, как правило, характеризуются большой землеемкостью. В табл. 1 для разных типов энергоустановок приведена удельная выработка электроэнергии, которая может быть получена с одного квадратного метра занимаемой площади, и удельная площадь,

необходимая для выработки 1 кВтч электроэнергии в год [1]. Для сопоставления там же приведена удельная выработка электроэнергии на тепловых (ТЭС) и атомных (АЭС) электростанциях. Сопоставление данных таблицы показывает, что для получения 1 кВтч электроэнергии земельная площадь, занимаемая солнечной электростанцией, должна в 200 раз превышать площадь, занимаемую ТЭС.

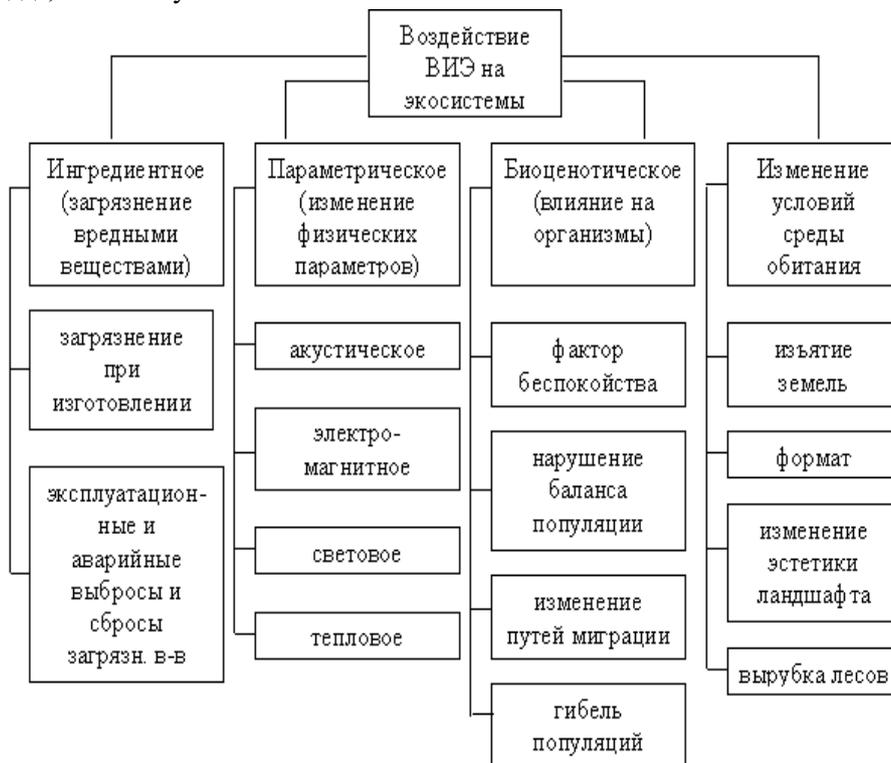


Рис. 1. Классификация воздействия установок на основе ВИЭ на окружающую среду.

Таблица 1

Удельная выработка электроэнергии и удельная площадь различных типов энергоустановок

Вид первичной энергии (энергоресурса)	Тип установки	Выработка электроэнергии, кВт/(м <sup>2</sup> год)	Удельная площадь, м <sup>2</sup> /(кВт год)
Ветровая энергия	ВЭУ	12	0,083
Солнечная энергия	СЭС	30	0,033
Органические отходы	БГУ	100	0,010
Органическое топливо	ТЭС	6 000	0,000 167
Обогащенный уран	АЭС	15 000	0,000 067

Наиболее хорошо изучено воздействие ветроэнергетические установки (ВЭУ) на окружающую среду. ВЭУ изменяют скорость ветрового потока, его турбулентность. Возможно локальное изменение температуры и влажности воздуха.

На основе анализа эксплуатируемых в России и за рубежом ВЭУ можно выделить семь основных факторов их экологических воздействий на окружающую среду [1, 2]:

- изъятие земельных ресурсов для возведения ВЭУ;
- акустическое воздействие – шумы;
- электромагнитное воздействие – помехи теле- и радиосвязи;
- оптическое воздействие – уменьшение прозрачности атмосферы;
- влияние на орнитофауну – риски для перелетных птиц или на ихтиофауну; риски для рыб при морском или прибрежном размещении ВЭС;
- аварийные ситуации при эксплуатации ВЭУ – риски разрушения конструкции ветробашни, поломок или отлета поврежденных частей ветроколеса, отлета кусков льда, намерзшего на лопасти ветроколеса;
- влияние на эстетическую ценность ландшафта – по оценкам восприятия местным населением наличия ВЭУ.

Факторы воздействия ВЭУ на природную среду, а также последствия этого влияния и основные мероприятия по снижению и устранению отрицательных проявлений приведены в табл. 2. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

Таблица 2

Методы устранения негативного влияния ВЭУ на окружающую среду

Факторы воздействия	Методы устранения
Изъятие земельных ресурсов, изменение свойств почвенного слоя	Размещение ВЭУ на используемой территории. Оптимизация размещения – минимизация расхода земли. Целенаправленный учет изменений свойств почвенного слоя. Компенсационные расчеты с землепользователем.
Акустическое воздействие (шумовые эффекты)	Изменение числа оборотов ветроколеса (ВК). Изменение форм лопасти ВК. Удаление ВЭУ от объектов социальной инфраструктуры. Совершенствование конструкции и замена материалов лопастей ВК.

Факторы воздействия	Методы устранения
Влияние на ландшафт и его восприятие	Учет особенностей ландшафта при размещении ВЭУ. Рекреационное использование ВЭУ. Изыскание различных форм опорных конструкций, окраски и т.д.
Электромагнитное излучение, телевидение и радиовещание	Сооружение ретрансляторов. Замена материалов лопастей ВК. Внедрение специальной аппаратуры в конструкцию ВЭУ. Удаление от коммуникации.
Влияние на орнитофауну на перелетных трассах и морскую фауну при размещении ВЭС на акваториях	Анализ поражаемости птиц на трассах перелета и рыб на путях миграции. Расчет вероятности поражения птиц и рыб.
Аварийные ситуации, опасность поломки и отлета поврежденных частей ВК	Расчет вероятности поломок ветроколеса, траектории и дальности отлета. Оценка надежности безаварийной работы ВЭУ. Зонирование производства вокруг ВЭУ.
Факторы, улучшающие экологическую ситуацию	Уменьшение силы ветра. Снижение ветровой эрозии почв. Уменьшение ветров с акватории водоемов и водохранилищ.

Под мощные промышленные ветроэнергетические станции (ВЭС) необходима площадь из расчета от 5 до 15 МВт/км<sup>2</sup>, в зависимости от розы ветров и местного рельефа района. Выделение таких площадей в промышленных регионах сопряжено с большими трудностями, хотя частично эти земли могут использоваться и под хозяйственные нужды. Например, в Калифорнии в 50 км от г. Сан-Франциско на перевале Алтамонт-Пасс земля, отведенная под парк мощной ВЭС, одновременно служит для сельскохозяйственных целей [2].

Вопрос использования территории в настоящее время изучен недостаточно и требует дальнейших исследований. ВЭУ, по мнению многих специалистов, проявляются на местности не резче, чем опоры высоковольтных линий передач. За рубежом проводятся исследования по выявлению степени привлекательности ВЭУ путем изыскания различных форм опорных конструкций, окраски и т.д. Некоторые крупные ВЭУ стали объектами туризма.

Наиболее важный фактор влияния ВЭУ на окружающую среду – это акустическое воздействие. В зарубежной практике выполнено доста-

точно исследований и натуральных изменений уровня и частоты шума для различных ВЭУ с ветроколесами, отличающимися конструкцией, материалами, высотой над землей, и для разных природных условий (скорость и направление ветра, подстилающая поверхность и т.д.). Шумовые эффекты от ВЭУ имеют разную природу и подразделяются на механические (шум от редукторов, подшипников и генераторов) и аэродинамические воздействия. Последние вызваны вращением рабочего колеса и определяются следующими явлениями: образованием разряжения за ветроколесом с устремлением потоков воздуха в некоторую точку схода турбулентных потоков; пульсациями подъемной силы на профиле лопасти; взаимодействии турбулентного пограничного слоя с задней кромкой лопасти.

Однако удаление ВЭУ от населенных пунктов и мест отдыха решает проблему шумового эффекта для людей. Шум может повлиять на фауну, в том числе на морскую фауну в районе экваториальных ВЭУ. По зарубежным данным, вероятность поражения птиц ветровыми турбинами оценивается в 10 %, если пути миграции проходят через ветровой парк. Размещение ветровых парков повлияет на пути миграции птиц и рыб для экваториальных ВЭС. Высказываются предположения, что экранирующее воздействие ВЭУ на пути естественных воздушных потоков будет незначительным и его можно не принимать во внимание. Это объясняется тем, что ВЭУ используют небольшой приземный слой перемещающихся воздушных масс (около 100...150 м) и притом не более 50 % их кинетической энергии. Однако мощные ВЭС могут оказать влияние на окружающую среду: например, уменьшить вентиляцию воздуха в районе размещения ветрового парка. Экранирующее действие ветрового парка может оказаться эквивалентным действию возвышенности такой же площади и высотой порядка 100...150 м.

Помехи, вызванные отражением электромагнитных волн лопастями ветровых турбин, могут сказываться на качестве телевизионных и микроволновых радиопередач, а также различных навигационных систем в районе размещения ветрового парка ВЭС на расстоянии нескольких километров. Наиболее радикальный способ уменьшения помех – удаление ветрового парка на соответствующее расстояние от коммуникаций. В ряде случаев помех можно избежать, установив ретрансляторы или проведя кабельное телевидение. Этот вопрос не относится к категории трудноразрешимых, и в каждом случае может быть найдено конкретное решение.

Таким образом, освоение ВИЭ, позволяя избежать ряда экологиче-

ских проблем, может создать новые, решение которых требует изучения взаимодействия преобразующих установок с окружающей средой, разработки концепции экологической безопасности. Опыт энергетического строительства показал, что антропогенное воздействие на природную среду проявляется не только непосредственно под влиянием энергетического объекта, но и во многом зависит от потребителей тепловой и электрической энергии, которые в ряде случаев являются самостоятельными источниками загрязнения.

Принцип опережающего развития энергетики, когда ТЭС или ТЭЦ становилась основным элементом инфраструктуры осваиваемой территории, оправдывал строительство мощных электростанций в районах страны с неразвитым хозяйством. Последующее развитие инфраструктуры в территориально-промышленный комплекс приводило к такому воздействию на природную среду, которое многократно превышало прогнозируемое воздействие самого энергетического объекта.

В этой связи следует отметить, что создание гелиоветробιοгазовых комплексов (ГВБК) позволяет связывать мощности и основные параметры трансформаторов, аккумуляторов и потребителей энергии. Кроме того, учитывая небольшую мощность трансформаторов ВИЭ, габаритные размеры их будут также сравнительно невелики. Поэтому они не оказывают сколь-нибудь существенного негативного влияния на окружающую среду. Весьма важным обстоятельством является также и то, что ГВБК позволяют реализовать биотический круговорот веществ и создать малые биогеохимические циклы.

Упрощенная схема малого биохимического круговорота на уровне биоценоза приведена на рис. 2. Этот круговорот веществ заключается в том, что питательные вещества почвы, воды и воздуха аккумулируются в растениях (продуцентах), расходуются на создание их биомассы и жизненные процессы в них.

Растения являются продуктами питания животных (консументов). Продукты распада органического вещества (трупов животных и продуктов их жизнедеятельности) под воздействием бактерий, грибов, червей, насекомых и простейших (редуцентов) вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям, углекислый газ и воду и вовлекаются ими в поток вещества [3].

При создании ГВБК целесообразно применять наряду с энергетическими циклами ВИЭ и материальные циклы (контур) потоков вещества. В

качестве таких потоков могут быть потоки твердых и жидких отходов (органические отходы, сточные воды и др.).

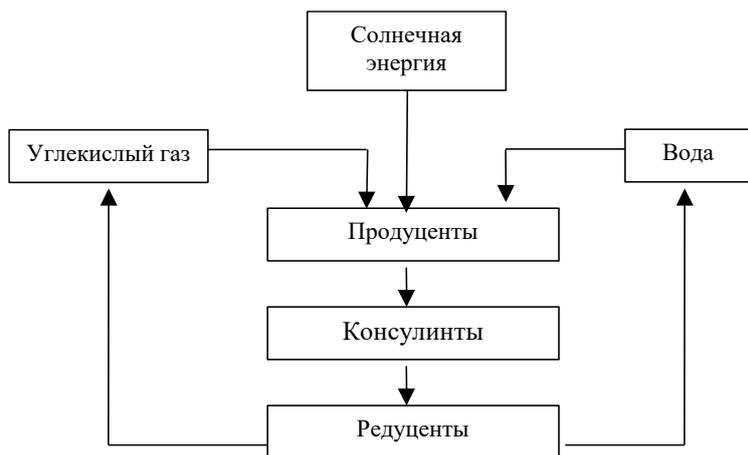


Рис. 2. Малый биохимический круговорот веществ в природе на уровне биоценоза.

Органические отходы продуктов жизнедеятельности коров (навоза) поступают в биологические газовые установки (БГУ), где превращаются в биогаз, используемый в системах газо-и теплоснабжения, и органические удобрения. Органические удобрения используются для удобрения растений (кормовых культур). Растения в свою очередь служат кормом для коров. В этом малом технобиохимическом цикле используется солнечная и ветровая энергия (Рис. 3).

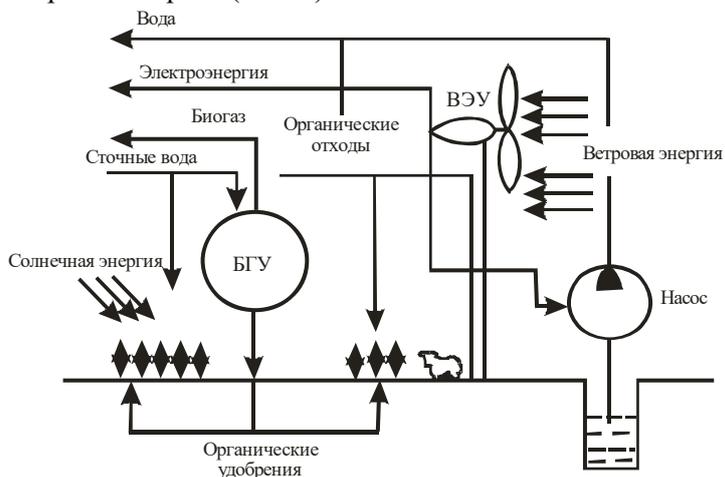


Рис. 3. Малый технобиохимический цикл гелиоветробиогазового комплекса (ГВБК) для крестьянского хозяйства.

БГУ – биогазовая установка, ВЭУ – ветроэнергетическая установка.

Солнечная энергия используется для осуществления процесса биосинтеза первичной продукции живого вещества, происходящего в растениях. Вода для полива растений, поения коров и хозяйственно-бытовых нужд добывается из подземных источников с помощью ВЭУ, использующих энергию ветра. Для осуществления процесса метаногенеза в биогазовой установке используются навоз и шлам хозяйственно-бытовых сточных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. – 343 с.
2. Журавлев В.П., Серпокрылов Н.С., Пушнко С.Л. Охрана окружающей среды в строительстве. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 328 с.
3. Елистратов В.В. Основы и методы гидравлического аккумулирования возобновляемых источников: Автореф. дис. ...доктора техн. наук / Санкт Петербургский государственный технический университет. СПб., 1996, –50 с.

Атырауский институт нефти и газа

#### **ТОЛЫҚЫШ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ (ТЭК) ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ЗИЯНДЫ ЭСЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖОЮДЫҢ ӘДІСТЕРІ**

Техн. ғылымд. канд. М.Е. Баймиров  
Техн. ғылымд. докторы Б.Ф. Анисимов

*Бірінші рет толықыш энергия көздерін (ТЭК) игеру көзінде кездесетін жаңа экологиялық проблемалар, оларды жел энергиялық қондыр-ғыларды пайдаланғандағы, мысалы ретінде жоюдың әдістері қаралған және ТЭК қолданғандағы технобиохимиялық цикл келтірілген.*

УДК 622'17: 504

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА  
ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ ХВОСТОХРАНИЛИЩ**

Канд. техн. наук М.А. Шинтемиров

*Рассматривается влияние технологии намыва на геотехнические и конструктивные параметры хвостохранилищ. Предлагаются способы регулирования конструктивных параметров с помощью технологии намыва.*

Удаление отходов горной промышленности чаще всего производится с помощью гидравлического транспорта. Отвалы этих отходов, так называемые хвостохранилища, являются ответственными намывными гидротехническими сооружениями, аварии которых могут привести к тяжелым последствиям не только для данного объекта промышленности, но и для любых сооружений народного хозяйства и населенных пунктов, расположенных поблизости.

При эксплуатации хвостохранилищ окружающая среда загрязняется токсичными антропогенными продуктами. Десятки тысяч гектаров земель выбывают из использования в сельскохозяйственном производстве и подвергаются деградации в результате техногенного изменения ландшафта, подавления естественного плодородия почв и нарушения их мелиорации.

Повышение эксплуатационной надежности хвостохранилищ, защита окружающей среды от загрязнения и снижения капиталоемкости невозможны без обоснованного проектирования.

Геотехнические и конструктивные параметры хвостохранилищ неразрывно связаны с технологией обогащения руд и интенсивностью намыва. В процессе обогащения руд отходы производства получают в виде пульпы. Её консистенция, химический состав жидкой составляющей, гранулометрический и минералогический составы твердой составляющей в значительной степени определяются технологией обогащения и являются, наряду с производительностью фабрики, исходными для проектирования хвостохранилищ. Изменение состава руды и технологии её обогащения вызывают соответственное изменение параметров поступающей в хвостохранилище пульпы.

Натурные наблюдения, полевые, лабораторные и расчетные исследования, проведенные в научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) механики грунтов и устойчивости хвостохранилищ Санкт-Петербургского государственного политехнического университета позволили установить влияние технологических параметров намыва на расчетные параметры хвостохранилищ и разработать рекомендации по учету влияния технологических факторов на эксплуатационную надежность хвостохранилищ.

Наибольшее влияние технологические факторы оказывают на распределение материала в теле хвостохранилищ по крупности и на физико-механические свойства отложений. Как показали исследования [1], рост удельного расхода пульпы на погонную ширину пляжа в один м (при постоянном исходном гранулометрическом составе её твердой составляющей) увеличивает фракционирование частиц по крупности вдоль откоса намыва и уменьшает уклоны надводного и подводного откосов.

Таким образом, в зависимости от исходного гранулометрического состава, консистенции и расхода пульпы в результате гидравлической раскладки при намыве в теле хвостохранилищ образуются зоны отложений различного гранулометрического состава и начальной пористости. В дальнейшем под воздействием нарастающих нагрузок при изменении пористости в процессе консолидации отложений происходит значительное изменение свойств этих отложений. Характер их изменения определяется интенсивностью консолидации грунтов.

В то же время скорость консолидации зависит в основном от деформационных и фильтрационных свойств отложений, граничных условий процесса, величины и интенсивности роста нагрузки [2]. Для оценки влияния интенсивности намыва на процесс консолидации отложений рассмотрим уплотнение под действием собственного веса слоя грунта, постепенно возрастающего по толщине от нуля до некоторой величины  $h$  (рис. 1).

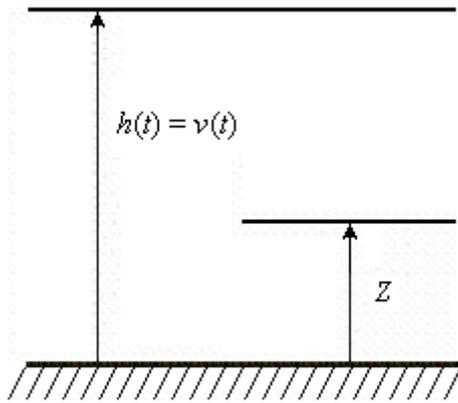


Рис. 1. Расчетная схема консолидации слоя.

Решение одномерной задачи консолидации грунта в предположении водонепроницаемости основания, постоянных коэффициентов уплотнения и фильтрации грунта, постоянной скорости роста толщины слоя  $v$  и изменения толщины слоя по закону  $h = vt$  получено Р.Е. Гибсоном [3]. Используя решение Гибсона, и введя понятие о степени консолидации грунта  $\alpha = \frac{\sigma^* - p_t}{\sigma^*}$ , где  $\sigma^*$  – стабилизированные напряжения в скелете грунта от собственного его веса в точках с ординатами  $\xi = \frac{z}{h}$ ;  $p_t$  – избыточные давления в поровой воде в тех же точках, можно оценить характер изменения степени консолидации в зависимости от интенсивности намыва.

На рис. 2 показано изменение степени консолидации грунта в точках с относительными координатами  $\xi = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$  в зависимости от относительной скорости намыва  $\frac{vh}{C_v}$ . Как обычно, коэффициент консо-

лидации  $C_v = \frac{k(1+e)}{\gamma a}$ ,  $k$ ,  $e$ ,  $a$  – коэффициенты фильтрации, пористости и уплотнения,  $\gamma$  – плотность воды). Увеличение интенсивности намыва приводит к снижению степени консолидации грунта, что увеличивает опасность разрушения грунта за счет более интенсивного роста сдвигающих нагрузок по сравнению с более медленным нарастанием его прочности.

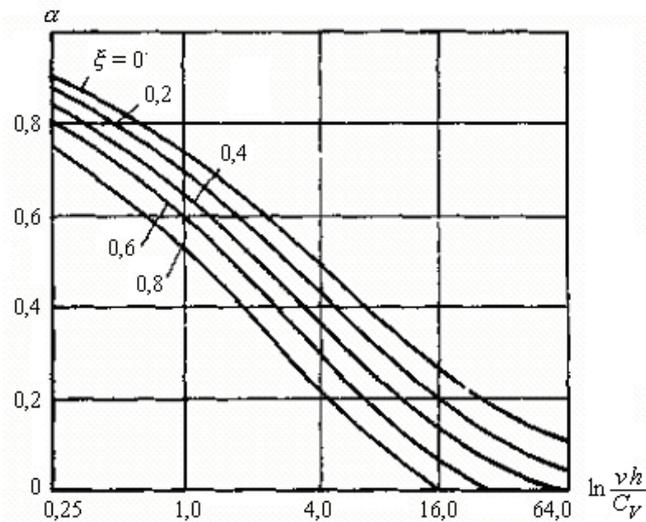


Рис. 2. Влияние интенсивности намыва на степень консолидации отложений.

Задаваясь некоторыми исходными данными (грансостав хвостов, расход и консистенция пульпы, топография местности, способ намыва и т.п.), в результате расчетов устанавливают основные конструктивные параметры и уточняют технологию возведения хвостохранилища, обеспечивающие надежность его работы и высокие технико-экономические показатели.

Если в результате расчетов окажется, что каких-либо требований к проектируемому хвостохранилищу достичь не удастся, то необходимые показатели можно получить изменением исходного грансостава с помощью раздельного намыва, сгущением пульпы, изменением интенсивности намыва, применением конструктивных мероприятий (дренирование, покартовый намыв) и др. Например, необходимое превышение намывного гребня над уровнем воды в отстойном пруде и оптимальное соотношение размеров пляжа и пруда может быть достигнуто регулированием консистенции пульпы.

Такие конструктивные параметры хвостохранилищ, как предельная отметка намыва, заложение низового откоса, длина пляжа и предельное положение кривой депрессии, назначаются в результате расчетов общей и местной устойчивости откосов. Указанные расчеты должны производиться на основе предварительного назначения в зависимости от предполагаемой технологии намыва, геотехнических параметров и их изменения в процессе консолидации, определения напряженного состояния в процессе консолидации с учетом технологии намыва, наличия дренирующих и экранирующих устройств. Корректировка технологии намыва соот-

ответственно вызывает корректировку расчетов консолидации и устойчивости. Оптимальное соотношение размеров пляжа и пруда определяется из условий необходимого осветления воды, образования запасов глубин для зимнего складирования хвостов в случае его необходимости, заданного коэффициента запаса устойчивости и необходимого превышения гребня намывного пляжа над уровнем воды в пруде. Расчетные параметры хвостохранилищ подлежат обязательному контролю при эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселева М.Л. Исследование процесса формирования грунтов хвостохранилищ при их намыве: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1982. – 15 с.
2. Иванов П.Л., Трунков Г.Т. Ускорение процесса консолидации земляных дамб, возводимых из тонкодисперсных промышленных отходов. // Тр. VII Дунайско-Европейской конф. по механике грунтов и фундаментостроению. Т. III. Кишнев, 1983. С. 93-96.
3. Gibson R.E. The progress of consolidation in a clay layer increasing in thickness with time. – Geotechnique, 1958. – Vol. 8. – № 4.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

#### **ҚОЙМАНЫҢ ПАЙДАЛАНУ СЕНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАР**

Техн ғылымд М.А. Шынтеміров  
канд.

*Қойманың геотехникалық және конструктивтік параметрлеріне шайылма технологиясының әсер етуін қарастырамыз. Конструктивтің параметрлерін шайылма технологиясымен реттеу әдісін ұсынады.*

УДК 631.521

**ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ  
ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (ВИЭ)**

Канд. техн. наук

М.Е. Баймиров

*В статье дана оценка негативного воздействия ВИЭ на окружающую среду и ранжирование энергоисточников по степени экологической чистоты*

В настоящее время специалисты-энергетики приходят к обоснованному выводу: развитие энергетики должно идти по пути комплексного использования различных источников энергии, эффективно дополняющих друг друга в различных условиях, обеспечивающих комплексную экономическую и экологическую эффективность объединяющих их энергосистем и природно-технических систем [1 – 3].

Оптимизация структуры топливно-энергетического баланса энергетических систем с учетом технических, экономических, экологических и социальных факторов позволит определить состав и соотношение источников энергии в энергосистеме, определить главные из них на настоящем этапе и в будущем. Комплексный подход к развитию нетрадиционной энергетики предполагает определение перечня детерминирующих факторов и связанных с ними решаемых задач, таких как:

- дополнительное производство энергии в условиях роста энергопотребления и широкого распространения его в отдельные и труднодоступные районы;
- утилизация отходов жизнедеятельности;
- профилактика проблемы термального загрязнения окружающей среды.

Необходимо добиться коренного перелома в отношении людей к совместимости между различными системами техносферы, биосферы и экосферы. Бесспорно, что техносфера заслуживает особого внимания. Однако нельзя допустить развития различных систем техносферы в ущерб биосфере и экосфере. Всякое нарушение экосовместимости нежелательно.

В зависимости от тяжести последствий такого нарушения, т.е. опасности для биосферы, ущерба народному хозяйству, времени восстановления экосовместимости и др., все возможные нарушения экологической совместимости целесообразно подразделить на «опасные» и «мешающие», подобно тому, как это сделано для электромагнитной совместимости [4].

Опасные нарушения экологической совместимости создают опасность для здоровья и, даже жизни людей, повреждения или длительного нарушения нормальной работы энергосистем, существенного вредного воздействия на окружающую природу.

Мешающие нарушения экологической совместимости приводят к снижению качества функционирования системы, повышению утомляемости или ухудшению самочувствия людей, ускорению расходования ресурса, уменьшению срока нормальной эксплуатации или межремонтного периода энергосистем, а также к менее существенным и кратковременным экологическим нарушениям.

Все это в полной мере относится и к энергокомплексам с возобновляемыми источниками энергии и топливо энергоресурсами (ТЭР). Использование возобновляемых источников энергии в регионах во многом зависит от социально-экономической и экологической ситуации, а также финансовых возможностей территорий.

Оно может привести к позитивным результатам [5, 7]:

- улучшению энергообеспечения и повышению жизненного уровня в отдельных и труднодоступных регионах;
- перераспределению ресурсов для энергетического строительства в пользу высокотехнологичных, наукоемких материалов;
- перераспределению знаний в области, которые связаны с использованием ВИЭ;
- изменениям в структуре потребления, обусловленные меньшей концентрацией энергии.

Недостаточно высокая экономическая эффективность энергоустановок, использующих ВИЭ, в основном, обуславливается низкой плотностью потока преобразуемой энергии. Вследствие этого установки имеют большие размеры и вес, на их изготовление требуются дорогостоящие материалы. Установки характеризуются высокой стоимостью. Поэтому сегодня экономическое обоснование применения ВИЭ должно основываться на учете всех их преимуществ и недостатков, а также учете ущербов и косвенных воздействий энергоустановок, использующих различные виды энергоресурсов.

Следовательно, оптимизация структуры гелиоветробиогазовых комплексов (ГВБК) должна производиться с учетом всей совокупности факторов негативного воздействия на окружающую среду всех энергоустановок, использующих ТЭР и ВИЭ. Поэтому предлагаем методику определения степе-

ни их экологической чистоты на основе интегральной оценки негативного воздействия различных энергоисточников на окружающую среду [5, 7].

Оценка негативного воздействия энергоисточников, применяемых в ГВБК, определялась по значению условного показателя суммарного негативного воздействия источников девяти основных факторов негативного воздействия различных энергоисточников на окружающую среду. Условный показатель негативного воздействия различных источников определялся по трехбалльной системе: сильное влияние – 2 балла, незначительное влияние – 1 балл, полное отсутствие влияния – 0 баллов.

Значение условного показателя суммарного негативного воздействия каждого из энергоисточников определялось по формуле:

$$K_{НИЭ} = \sum_{i=1}^n K_{фni}, \quad (1)$$

где  $K_{фni}$  – условный показатель каждого  $i$ -го фактора негативного воздействия на окружающую среду.

Результаты расчета условного показателя суммарного негативного воздействия по формуле (1) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка негативного воздействия энергоисточников на окружающую среду, применяемых в гелиоветробиогазовых комплексах

Факторы воздействия	ВИЭ			ТЭР		
	ГС	ВЭУ	БГУ*	ЭН**	ДЭГ	ГВН
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу	0	0	3	3	3	3
Ущерб при добыче и переработке топлива	0	0	0	2	2	2
Ущерб при изготовлении и транспортировке агрегата	1	1	1	1	2	1
Потребление кислорода	0	0	3	3	3	3
Изъятие земельных ресурсов	0	1	0	1	1	0
Акустическое воздействие	0	1	0	1	2	0
Биоценологическое влияние на организмы	0	1	0	2	3	3
Влияние на ландшафт	0	1	0	2	0	0
Тепловое загрязнение от выбросов CO <sub>2</sub>	0	0	2	2	2	2
Значение $K_{НИЭ}$	1	5	9	17	18	14
Ранжирование энергоисточников по степени экологической чистоты	1	2	3	5	6	4

Примечание: ГС – гелиосистема, ВЭУ – ветроэнергетическая установка, БГУ – биогазовая установка, ЭН – электронагреватели, ДЭГ – дизель-электрогенератор, ГВН – газоводонагреватель; \* – при использовании для автономного газо- и тепло-снабжения, \*\* – при использовании электроэнергии от централизованного источника.

Как видно наибольшее значение условного показателя суммарного негативного воздействия  $K_{НИЭ}$  принадлежит энергоустановкам, использующим ТЭР – дизель-электрогенераторам (18 баллов) и электронагревателям, при использовании электроэнергии от централизованного источника электроэнергии (17 баллов), а наименьшие – энергоустановкам, использующим ВИЭ: гелиосистемам (1 балл) и ВЭУ (7 баллов).

Таким образом, наиболее экологически чистыми представляются энергоустановки, использующие ВИЭ.

Для оценки экологической чистоты вариантов ГВБК автором предлагается определять условный показатель суммарного негативного воздействия электроэнергии.

Для альтернативного источника определяется по условному показателю негативного воздействия этого источника воздействия ГВБК с учетом вклада каждого энергоисточника в энергобаланс ГВБК по формуле:

$$K_{МЭК} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{НИЭ} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество источников энергии в каждом варианте ГВБК,  $K_{НИЭ}$  – условный коэффициент (показатель) суммарного негативного воздействия  $i$ -го энергоисточника,  $Q_i$  – выработка энергии  $i$ -м энергоисточником, ГДж/год.

При выполнении расчетов по формуле (2) условные коэффициенты суммарного негативного воздействия  $i$ -х энергоисточников, использующих ВЭР (утилизаторы теплоты сточных вод) и тепловые насосы, принимались  $K_{НИЭ} = 0$  так как негативное влияние утилизаторов тепла сточных вод (УТСВ) и тепловых насосов на окружающую среду практически отсутствует.

В табл. 2 приведены сведения о годовой выработке и потреблении тепловой и электрической энергии в различных вариантах ГВБК для коттеджей и крестьянских хозяйств в условиях Атырауской области.

Результаты расчетов условного показателя суммарного негативного воздействия ГВБК по формуле 2 приведены в табл. 3. Как видно из этой таблицы, наиболее экологически чистыми представляются вариант 6 для коттеджей и вариант 8 для крестьянских хозяйств. Этим вариантам соответствуют минимальные значения коэффициентов суммарного негативного воздействия ГВБК  $K_{ГВБК} = 1,28$  и  $K_{ГВБК} = 7,08$  и значения условного показателя экологического ранжирования  $R_{ЭМК} = 1$ .

Таблица 2

Годовая выработка и потребление энергии в различных вариантах  
гелиоветробиогазовых комплексах для коттеджей и крестьянских хозяйств  
Атырауской области, ГДж

Установка	Малозэтажное здание (коттедж)							Крестьянское хозяйство		
	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ВИЭ и ТЭР	ВИЭ и ТН	ВИЭ и ВЭР	ВИЭ, ВЭР и ТН	ВИЭ	ВИЭ и ТЭР				
ССГВ	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	25,6	25,6	25,6
ПССС	-	24,2	-	-	24,2	-	24,2	-	-	-
ВЭУ	46,5	46,5	23,3*	46,5	46,5**	23,3*	23,3**	115,5*	46,5	115,5*
БГУ	-	-	-	-	-	-	-	205,5	205,5	304,3
УТСВ	-	-	-	32,4	32,4	32,4	32,4	-	-	-
ТН	-	-	78,9	-	-	46,5	46,5	-	-	-
ЭН	-	-	-	-	-	-	-	-	69,0	-
ДЭГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,2
ГВН	32,4	8,2	-	-	-	-	-	-	-	233,7
Итого:	89,1	89,1	89,9	89,1	113,3	99,1	106,0	346,6	346,6	713,3

Примечание: ВИЭ – возобновляемые источники энергии; ТЭР – топливные энергоресурсы; ТН – тепловые насосы; ВЭР – вторичные энергоресурсы; ССГВ – солнечная система для горячего водоснабжения; ПССС – пассивная система солнечного отопления; ВЭУ – ветроэнергетические установки; БГУ – биогазовые установки; УТСВ – утилизаторы тепла сточных вод; ЭН – электронагреватели; ДЭГ – дизель электрогенератор; ГВН – газоводонагреватель; \* – используется для привода ТН, \*\* – используется также для электроснабжения.

Таблица 3

Показатель суммарного негативного воздействия на окружающую среду и экологическое ранжирование вариантов ГВБК

№ варианта МЭЧК	Показатель негативного воздействия энергоустановок $K_{НЭУ}$						$K_{МЭК}$	$R_{ЭМЭК}$
	ВИЭ			ТЭР				
	ГС	ВЭУ	БГУ	ЭН	ДЭГ	ГВН		
1	0,11	2,61	-	-	-	5,09	7,81	7*
2	0,39	2,61	-	-	-	1,29	4,29	6*
3	0,11	Ш	-	-	-	-	1,41	2*
4	0,11	2,61	-	-	-	-	2,72	5*
5	0,30	2,05	-	-	-	-	2,35	4*
6	0,10	1,18	-	-	-	-	1,28	1*
7	0,32	1,10	-	-	-	-	1,42	3*
8	0,07	1,67	5,34	-	-	-	7,08	1**
9	0,07	1,67	5,34	3,38	-	-	10,46	3**
10	0,04	0,81	3,83	-	0,86	4,59	10,13	2**

Примечание: \* – для коттеджей, \*\* – для крестьянских хозяйств.

Эти варианты ГВБК системах энергоснабжения, так как они позволяют не только максимально сократить затраты топливно-энергетических ресурсов, но и свести к минимуму негативное влияние энергоисточников на окружающую среду. Эти варианты ГВБК могут быть применены для южных регионов России и ряда других стран с аналогичными природно-климатическими условиями.

Однако, окончательный оптимальный вариант, удовлетворяющий локальным критериям, может быть определен лишь после детального анализа каждого из  $C_N$  сочетаний этих вариантов и оценки их эколого-экономической эффективности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бретшнайдер Б., Курфюрост И. Охрана воздушного бассейна от загрязнении технология и контроль. / Пер. с англ. Под ред. Пуболкина. – Л.: Химия, 1989. – 288 с.
2. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. – Л.: Изд. ЛГУ, 1991. – 343 с.
3. Елистратов В.В. Основы и методы гидравлического аккумулирования энергии возобновляемых источников. Автореф. дис. ... д.т.н. – СПб., 1996. – 50 с.
4. Лушников О.Г., Соболенко Н.А., Тягунов М.Г. Оптимизация структуры энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии // Гидротехническое строительство. – 1997. – №3. – С. 10-15.
5. Костенко М.В. Парадигма устойчивого развития. Биоэлектромагнитная и информационная экология и высшее образование. / Учебное пособие. – СПб.: С-ПБГТУ, 1999. – 46 с.
6. Панов Г.Е., Петряшин Л.Ф., Лысяный Г.Н. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1986. – 244 с.
7. Реймерс Н.Ф. Природопользование. / Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 640 с.

Атырауский институт нефти и газа

#### **ТОЛЫСҚЫШ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ (ТЭК) ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ЗИЯНДЫ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

Техн. ғылымд. канд. М.Е. Баймиров

*Мақалада ТЭК қоршаған ортаға зиянды әсерін бағалау әдісі берілген және энергия көздерінің экологиялық тазалығы дәрежесінің рангалық орыны көрсетілген.*

УДК 541.1:661.2+552.1

**СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФОРНЫХ ОТХОДОВ И  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

	А.К. Ахметбекова
Доктор хим. наук	Р.А. Казова
Канд. хим. наук	З.К. Каипова
Доктор техн. наук	С.С. Нуркеев

*В статье дается обзор состояния использования фосфорных отходов и минерального сырья*

Важнейшей проблемой в настоящее время является решение экологических задач, в частности, в производстве, связанном с переработкой фосфатного сырья. Для реализации большого количества отходов и некондиционного минерального сырья необходимы исследования по созданию новых ресурсосберегающих безотходных технологий.

Проблема полной и комплексной переработки фосфоритов Каратау остается очень острой на ближайшую перспективу. В отвалах фосфорных заводов юга Казахстана накоплено около 5,5 млн. т фосфоритовой мелочи (фракция фосфорита мельче 10 мм, которая образуется при термическом производстве фосфорной кислоты и отсеивается как отход производства). Фосфоритовая мелочь по содержанию  $P_2O_5$  не уступает товарной руде, поэтому, утилизация ее имеет огромное народнохозяйственное значение как с экономической, так и с экологической точек зрения. Разработка рациональных путей вовлечения некондиционных фосфоритов и фосфоритовой мелочи в производство материалов с комплексом заданных свойств позволит коренным образом улучшить комплексность освоения дешевого местного сырья, повысить качество переработки и улучшить экологическую обстановку.

Известно, что валовые фосфориты Каратау характеризуются средним содержанием  $P_2O_5$  (20-23%) и довольно высоким содержанием оксида магния (до 5%), что не соответствует требованиям промышленности, предъявляемым к фосфатному сырью для кислотной переработки. Одним из вариантов решения данной проблемы является вовлечение некондиционных фосфоритов Каратау в производство композиционных материалов. Использование природных (некондиционных, забалансовых фосфоритов) и синтетических фосфатов в производстве композитов позволит расши-

рить сырьевую базу, снизить температуру обжига и улучшить физико-механические свойства. Альтернативой этим методам может быть только комбинированный кислотно-термический метод переработки, который позволяет использовать как низкосортное фосфоритовое сырье, так и отходы химической промышленности, т.е. этот метод, расширяет сырьевую базу фосфоритов (не только высококачественные, но и бедные забалансовые фосфориты) [15, 16].

Применение кальциевых фосфатов в производстве композиционных материалов является перспективным направлением. Композиты и стеклокомпозиты на основе фосфатов кальция [2, 17] находят широкое применение в медицине в качестве имплантатов благодаря своим биоактивным свойствам. Фосфаты по составу относятся к эффективным заменителям полевошпатовых материалов в традиционной керамике (например, в производстве фарфоровых композитов). Добавки фосфатов оказывают минерализующее действие, снижают температуру обжига, а также влияют на структуру композита, способствуют увеличению механической прочности их и уменьшению склонности ее к старению. Фарфор один из видов керамики, требующий особую подготовку и чистоту сырья. Фарфоровое производство Казахстана основано на привозном сырье. Одним из вариантов решения проблемы является вовлечение некондиционного фосфатного сырья Каратау в фарфоровое производство Республики. Качество фарфора зависит от качества применяемого сырья и поэтому требует особую подготовку и чистоту сырья. При обжиге керамической массы присутствие карбонатов способствует газовыделению, что отрицательно сказывается на микроструктуре. В связи с этим содержание карбонатов в сырье для фарфора должно быть минимальным и температура декарбонизации не выше 1000 °С, а содержание  $Fe_2O_3$  не больше 0,1 %. Поэтому разработка технологических основ получения фарфора с применением синтетических фосфатов из некондиционного фосфатного сырья является одной из актуальных задач, требующих своего решения.

Бассейн Каратау - крупнейшая фосфатная сырьевая база страны, где зарегистрировано свыше 45 месторождений фосфоритов [3, 5, 7, 9, 16, 18, 19, 21, 23, 24-26]. Основные промышленные ресурсы (около 80 %) сосредоточены на месторождениях Джанатас, Аксай, Тьесай, Кокджон, Чулактау, Коксу [4]. Фосфориты Каратау, существенно отличаются по составу и свойствам от апатитов Кольского полуострова. Из-за этих различий

технология получения удобрений из апатитового сырья не может быть перенесена на фосфориты Каратау.

Основные трудности касаются прежде всего выработки экстракционной фосфорной кислоты. Неудовлетворительное качество этой кислоты из фосфоритов Каратау и низкая реакционная способность позволяет использовать ее только для производства аммофоса. Другие продукты из нее традиционными методами пока не удаются. В настоящее время около 70 % фосфатного сырья практически не пригодно для экстракционной переработки из-за отсутствия в отечественной и мировой практике экономичных технологических схем глубокого обогащения фосфоритов [1, 10, 20].

По содержанию  $P_2O_5$  выделяются богатые (больше 28 %), рядовые (20...27 %) и бедные (15...18 %) руды. Наиболее распространенные рядовые руды подразделяются на карбонатные, кремнисто-карбонатные и пелломорфные карбонатно-кремнистые; бедные фосфоритные руды – на глинисто-кремнисто-сланцевые и кремнисто-сланцевые [1, 6].

Руды имеют в своем составе идентичные компоненты, количественное соотношение и минералогический состав которых весьма различен [19, 25]. Качество сырья определяется всем комплексом минералогического состава, когда кроме полезных компонентов ( $P_2O_5$ ) учитываются и примеси [15].

Более богатые руды месторождений Джанатас и Кокджон, содержащие более 24,5 %  $P_2O_5$ , направляются для переработки на фосфорную кислоту методом экстракции. Для электротермической переработки на желтый фосфор используются более бедные рядовые фосфориты месторождений Аксай, Джанатас, Чулактау, Тьесай [1, 9, 10, 20].

Особенность бассейна Каратау состоит в том, что здесь разнохарактерные разности залегают совместно [6, 24, 26]. Все пачки фосфатной серии с минералогической точки зрения сложены тремя основными ингредиентами: фосфатом, кремнеземом и карбонатом [5]. По данным [6], фосфориты состоят из фосфатного вещества и оолитов (0,10...0,25 мм), цементированных фосфатным, карбонатным и кремнистым или смешанным цементом. В зернах и оолитах присутствуют кальцит, доломит, халцедон и другие минералы.

Фосфатное вещество фосфоритов представлено следующими главнейшими минералами: фторапатит  $Ca_{10}P_6O_{24}F$ ; гидроксилapatит –  $Ca_{10}P_2O_{24}(OH)_2$ ; фторкарбонатапатиты  $Ca_{10}P_6CO_23F$ ,  $Ca_{10}P_5O_{23}F(OH)$  [16].

Фосфоритные руды отличаются большим разнообразием пород и химический состав фосфоритов весьма неоднороден. Последний принято определять оксидами и элементами, входящими в состав главных компо-

нентов фосфатного вещества, кремнеземе и карбонатов. Более 90 % общей массы приходится на сумму содержания  $P_2O_5$ , CaO,  $CO_2$ , MgO,  $SiO_2$  [5].

Существует несколько методов обогащения некондиционного фосфатного сырья, выбор которых зависит от его природных свойств, в основном, от минерало-петрографических особенностей. Это механические (флотация, тяжелые суспензии, классификация), химические и термические методы обогащения. Фосфориты Каратау относятся к труднообогащаемому сырью. При флотации коэффициент извлечения  $P_2O_5$  достигает 60...62 %, потеря его в хвостах составляет 38...40 % [5]. Это связано с наличием большого количества карбонатов в фосфоритах, которые плохо отделяются при флотации от фосфора из-за общности катионов у обеих групп этих минералов. Кроме того, в данных фосфоритах карбонат и фосфат находятся в столь тесном взаимном прорастании, что даже при тончайшем измельчении не удастся избавиться от этих сростков, которые разубоживают концентрат, не позволяя ни повысить содержание  $P_2O_5$ , ни снизить содержание MgO.

Имеются сведения о химическом обогащении фосфатного сырья соляной кислотой, вводимой в количестве 90...100 % на разложение карбонатов магния, при температуре 20...60 °С, значениях pH 2,5...3,0 в течение 30...60 мин [1, 20]. Недостатками этого способа являются большие потери  $P_2O_5$  (6...12 %), невысокая степень извлечения MgO (70...75 %), образование больших количеств разбавленных растворов, утилизация которых затруднена.

Наибольший интерес представляет сернокислотный метод благодаря высокой селективности процесса обогащения и хорошей фильтруемости твердых фаз. Методы химического обогащения дают возможность на стадии подготовки сырья извлечь из низкокачественных труднообогащаемых фосфоритов традиционными методами значительную часть кислоторастворимых примесей, но не позволяет получить концентрат с высоким содержанием  $P_2O_5$ .

Авторами работы [4] исследованы методы солянокислотного и фосфорно-кислотного обогащения. Изучено влияние концентрации кислот ( $HCl$ ,  $H_3PO_4$ ) продолжительности и температуры процесса. Установлены оптимальные условия обогащения для  $HCl$ : концентрация – 5 %; Т : Ж = 1 : 2,5; температура – 40 °С; время выщелачивания – 45 мин, а для  $H_3PO_4$ : концентрация – 16%; Т : Ж = 1 : 2,5; температура – 90 °С и время выщелачивания – 45 мин.

Сравнение основных факторов, влияющих на процесс обезмагнивания с применением той или иной кислоты, показывает, что, в основном, процессы протекают при близких друг к другу параметрах. Основными их различиями являются температура, а также концентрация – 5 % HCl против 16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, которая объясняется более высокой активностью соляной кислоты. На основании проведенных исследований авторы считают эффективным метод химического обогащения некондиционного фосфатного сырья разбавленной соляной кислотой вследствие ее активности, доступности и дешевизны за счет использования отходов металлургической промышленности, разбавленных кислых стоков различных предприятий.

Ухудшение качества фосфатного сырья (уменьшение содержания полезного компонента – пентаоксида фосфора) приводит к удельному возрастанию количества фосфорного шлама, снижающего кондиционность фосфора [10]. Наиболее эффективный и приемлемый способ устранения этого недостатка – глубокая предварительная термическая подготовка сырья для электровозгонки фосфора. Для термического обогащения наиболее благоприятны карбонатные и кремнисто-карбонатные фосфоритные руды. Сущность его заключается в обжиге руды при температуре 900...1000 °C с целью разложения карбонатов [4, 8, 11, 23].

В настоящее время предварительная подготовка сырья в фосфорном производстве осуществляется, в основном, по упрощенной схеме и сводится к дроблению, грохочению и сушке. По данным [27], вращающиеся барабанные печи возможно применять для обжига кускового фосфорита, хотя термopодготовка в такой печи протекает, как правило, в режиме сушки [7].

Для декарбонизирующего обжига фосфоритов в промышленных условиях применяют многосекционную (12 секций) шахтно-щелевую печь, каждая секция которой имеет прямоугольное сечение 0,5×3,0 м и высоту 11 м [12, 27]. Печь противоточного действия работает под разрежением. Опускающийся сверху вниз фосфорит проходит последовательную сушку, обжиг – в зоне прокалики, дозревание – в зоне выдержки и охлаждения. По обе стороны щели имеется газораспределительная решетка, предназначенная для продувки материала. Обожженный фосфорит охлаждается восходящим под действием вытяжной системы потоком холодного воздуха и за счет водяного охлаждения в нижней части печи.

Переработка фосфоритового сырья на элементарный фосфор сопровождается образованием значительного количества побочных продуктов и отходов: фосфатного (электротермофосфорного) шлама, фосфорного

шлама, феррофосфора, коттрельного «молока» и др. Вопросы утилизации этих отходов весьма актуальны, так как они содержат фосфора почти в два раза больше, чем исходное сырье.

Электротермофосфорные шлаки представляют собой сложные многокомпонентные продукты, построенные на основе системы  $\text{CaO-SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$  с примесью оксидов железа, алюминия, магния, марганца и др., входящих в состав шлака в различных количествах в зависимости от исходного сырья и отхода технологического процесса. Изучение состава силикатных продуктов восстановления фосфата кальция в твердой фазе углеродистым материалом показало присутствие в шлаках, в основном, полуторного силиката  $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$  (ранкинита), также других силикатов кальция, а именно, высокотемпературная форма метасиликата – псевдоволластонит  $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  [13]. Волластонит, синтезированный из электротермофосфорного шлака, является уникальным неорганическим материалом и применяется в производстве пигментов, красок, специальной керамики [13].

Качество керамических изделий во многом зависит от качества сырья. Важнейшим показателем любого керамического сырья надо считать однородность материала. Так как требования к сырью в полной мере зависят от вида и технического назначения изделий, целесообразно рассматривать их особо по группам этих изделий [2].

Строительная и декоративная керамика. В эту группу входит ассортимент керамических изделий с пористым, уплотненным и спекшимся черепком. Сюда относится майолика (изразцы, облицовочные плитки, архитектурные детали), санитарная керамика, облицовочные кирпичи, декоративный фаянс, кислотоупорная керамика и др.

Основным сырьем для этих изделий служит глина. По спекаемости глинистые породы распределяются в соответствии с ОСТом 5539 на следующие группы:

1. Огнеупорные:

- не спекающиеся до  $1410\text{ }^\circ\text{C}$ ; водопоглощение черепка более 5 %;
- спекающиеся в пределах  $1250\text{...}1410\text{ }^\circ\text{C}$ ; водопоглощение черепка до  $125\text{ }^\circ\text{C}$  более 5 %;
- спекающиеся ниже  $1250\text{ }^\circ\text{C}$ ; водопоглощение черепка ниже 5 %.

2. Тугоплавкие:

- не спекающиеся – водопоглощение при температуре обжига ниже точки плавления на 250 °С более 5 %;
- спекающиеся - водопоглощение при температуре обжига ниже точки плавления на 250 °С менее 5 %.

### 3. Легкоплавкие:

- не спекающиеся - водопоглощение при температуре обжига ниже точки плавления на 150 °С более 5 %;
- спекающиеся - водопоглощение при температуре обжига ниже точки плавления на 150 °С менее 5 %.

Химический состав сырья:  $\text{SiO}_2$  – 45...65 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 39...45 %;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,5...3,0 %.

Усадка при сушке > 8 %.

Электротехническая керамика. В эту группу входят изделия следующей номенклатуры: высоковольтный фарфор, низковольтный фарфор, установочный фарфор, изоляторы для работы в приборах высокочастотной керамики, электрокерамика специального назначения. Ассортимент сырья для электрокерамики отличается большим разнообразием. А требования к качеству сырья гораздо выше, чем для керамических изделий массового потребления. Говоря о качестве керамического сырья для электрокерамики, следует, прежде всего, остановиться на вредных примесях.

Самой вредной из них является железо. Присутствие мелкодисперсного железа ухудшает электроизоляционные свойства за счет снижения прочности изделий на электропробой и электросопротивление. Понижают электрические свойства и отдельные включения железистых минералов (обычно в виде пирита). Согласно действующим ОСТам и ведомственным техническим условиям, для высших сортов керамического сырья (каолина, глины, талька) равномерно распределенные примеси дисперсного железа в виде оксидов или гидратов не должны превышать 0,5...1,0 %, а в полевоом шпате и кварце – 0,2...0,3 %. Исключение составляет только установочный фарфор, работающий при напряжении менее 500 вольт, изготовление которого возможно при использовании сырья с несколько повышенным содержанием железа.

Вредной примесью для электрокерамики являются оксиды кальция и магния. Повышенное содержание их отрицательно влияет не только на качество изделий, но и резко изменяют литейные свойства шликера. Для высококачественных изделий недопустимо присутствие оксидов щелочных металлов, сильно повышающих диэлектрические потери.

Для изготовления специальных изоляторов обычно используемое керамическое сырье (каолин, глины, полевой шпат и кварц) не всегда пригодно. Для них требуются материалы, дающие фарфор повышенных технических свойств, с более высоким пробивным напряжением и с меньшими диэлектрическими потерями. Поэтому в ряде случаев необходимо специальное сырье, почти неприменяемое в производстве обычной керамики. К таким относятся берилл, рутил, силлиманит, тальк, стеатит и нефелиновый сиенит.

Бытовая керамика. В группу бытовой керамики входит различная хозяйственная посуда – фарфоровая, фаянсовая, полуфарфоровая, каменная и гончарная. Требования к качеству сырья бытовой керамики обуславливается характером и типом изделий:

- для гончарной посуды пригодно большинство легкоплавких глин, обладающих достаточной однородностью и пластичностью;
- для производства каменной посуды требуются тугоплавкие глины с низкой температурой спекания: белый цвет не обязателен;
- для фарфоровой и фаянсовой посуды, от которой требуется белый цвет, применяется сырье, дающее возможность получения из него беложгущегося черепка.

Каменные керамические изделия применяются в качестве электролизеров, электролитических ванн, особенно при отделении благородных металлов. Также применяются при производстве кислот, галоидных соединений и других едких веществ [14, 17]. Главнейшее преимущество каменных керамических изделий заключается в их свойстве хорошо противостоять кислотам (исключая HF), хлору и другим химическим агентам. Сырьем для производства каменных керамических изделий должны служить пластичные глины, не содержащие вредных примесей (колчедан, гипс, концентрированные соединения железа и пр.). Важно также, чтобы интервал между температурой спекания и плавлением глины был возможно большим, так как это свойство позволяет избежать размягчения и последующей деформации изделий в процессе их обжига.

В отношении химического состава пригодны глины, содержащие от 20 до 40 %  $Al_2O_3$  и от 55 до 75 %  $SiO_2$ , при этом может содержаться известный процент свободного кремнезема; количество CaO не должно быть более 1... 2 % и  $Fe_2O_3$  – не более 3,5 %. При наличии в глине повышенного процента оксида железа при обжиге изделий может протекать термическая диссоциация последней, при этом освобождается кислород по схеме:  $6Fe_2O_3 \rightarrow 4FeO \cdot Fe_2O_3 + O_2$ . Закись железа при этом реагирует со свободной

SiO<sub>2</sub> с образованием легкоплавкой жидкой фазы системы FeO-SiO<sub>2</sub>. Освободившийся кислород, при наличии жидкой фазы, противодействует уменьшению пористости.

В целях изменения свойств изделий в шихту вводят Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,5...2,0 %). Последний способствует образованию шпинелей при пониженных температурах. Кремнезем частично заменяют TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub> и даже P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Двуокись циркония сообщает черепку изделий большую механическую прочность, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> повышает кислотостойкость.

Для производства фарфора и фаянса требуется сырье с минимальным содержанием красящих оксидов. Превышение в материале суммы «красящих» оксидов сверх 0,60...0,65 % ведет к резкому снижению белизны. Примерно каждая 0,1 % содержания «красящих» оксидов снижает белизну черепка на 10 % [17]. Общая сумма «красящих» оксидов в массе высококачественного фарфора не должна превышать 0,50...0,60 %. Допустимое содержание красящих оксидов в сырье для изготовления массовой продукции представлено в табл. 1.

Таблица 1

Допустимое по массе содержание красящих оксидов в сырье

Вид сырья	Содержание красящих оксидов, %		
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Каолин	0,60	0,60	-
Глина	1,0	1,25	-
класса А	-	-	35
класса Б	-	-	32-33
Полевой шпат	не более 0,1		-

Художественный фарфор. Производство фарфора предъявляет высокие требования к физико-механическим свойствам изделия. Для получения высококачественной продукции необходимо сырье требуемой кондиции. В Казахстане имеются месторождения каолинов, каолинитов, полевых шпатов и др. Каолин не должен иметь более 0,8 % примеси, в том числе Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не более 0,5 % и TiO<sub>2</sub> не более 0,3 %; растворимый остаток не должен в нем превышать 0,5%; слюды и песка не должно быть больше 0,5%, каолин должен быть сухого обогащения.

Белые глины являются вторым компонентом в массах для художественного фарфора. Они не должны содержать Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 0,9 и TiO<sub>2</sub> более 1,1 %. Полевой шпат не должен содержать красящих оксидов более 0,10 %. Кварц, как и полевой шпат, не должен содержать красящих оксидов более 0,10 %. Загрязнение керамических масс железом и титаном, в

основном, дают глина и полевой шпат. Поиск новых и лучших материалов взамен их является важной задачей керамического производства.

Таким образом, изыскание возможности использования фосфорных отходов и минерального сырья в производстве неорганических композитов с широким спектром свойств весьма актуальная техническая и экологическая задача.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 290025. СССР, МКИ 3 С05в 11/12. Способ обогащения фосфоритов // Тлеукулов О.М., Ким Лин Зу, Букетов Е.Б. Оpubл. 12.02.71.
2. Аветиков В.Г., Беркман А.С., Галкин П.И., Гельман А.Т. Технические требования к керамическому сырью // Сырьевые ресурсы тонкокерамической промышленности СССР и пути их использования. М.-Л., 1948. – С. 44-57.
3. Бектуров А.Б., Серазетдинов Д.З. Состояние и перспективы развития исследований в области химии и технологии концентрированных фосфорных удобрений // Вестник АН КазССР. – 1979. – 4. – С.18-24.
4. Бержанов Д.С., Джусипбеков У.Ж., Казова Р.А., Турлыгазиев С. Химическая и термическая подготовка фосфатного сырья для электротермии. – Алма-Ата: Гылым, 1947. –176 с.
5. Блисковский В.З. Вещественный состав и обогатимость фосфоритовых руд. – М.: Недра, 1983. – 199 с.
6. Бушинский Г.И. Древние фосфориты Азии и их генезис. – М.: Наука, 1966. – 195 с.
7. Гиммельфарб Б.М. Закономерности размещений фосфоритов СССР и их генетическая классификация. – М.: Недра, 1965. – 307 с.
8. Ершов В.А., Козлов Г.В, Султанова И.Г. Термическая переработка фосфоритов Каратау. – Л.: Химия, 1975. – С.34-92.
9. Занин Ю.Н. Вещественный состав фосфоритоносных кор выветривания и связанных с ними месторождений. – Новосибирск: Наука, 1975. – 210 с.
10. Ильясов Р. Вопросы использования фосфатного сырья и охрана природы на Чимкентском производственном объединении «Фосфор» // Комплексное использование минерального сырья. – 1980. – 5. – С.83-86.
11. Исламов М.Н. и др. Подготовка сырья в фосфорном производстве // Тр. ЛенНИИГипрохима. – 1967. – №1. – 38 с.
12. Исламов М.Н. Печи химической промышленности. – Л.: Химия, 1975. – 432 с.
13. Казова Р.А., Сапарбекова Д.Б., Арынов К.Т. Получение волластонита из электротермофосфорного шлака // Изв. МН-АН РК. Сер. хим. – 1997, №6. – С. 92-98.
14. Качанова Е.А. Некоторые свойства шлаков фосфорных печей // Исследования в области химической электротермии. – 1967, – 1. – С.25-26.

15. Краснов А.А. Последовательность минералообразования в отложениях чулактауской свиты кокдзон-джанатаской структуры. Вещественный состав фосфоритных руд // Тр. ГИГХСа. 1981, 52. – С.29-42.
16. Краснов А.А., Тушина А.М., Усанова В.Г. Особенности вещественного состава фосфоритных руд Каратау и их влияние на технологические свойства при кислотной и электротермической переработке. Вещественный состав фосфоритных руд // Тр. ГИГХСа. – 1981, 52. – 47 с.
17. Масленникова Г.Н. Керамические материалы. – М.: Стройиздат, 1991. – 136 с.
18. Парфенов О.Г. Фосфорсодержащие удобрения и экология: Аналитический обзор. – Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1990. –102 с.
19. Переработка фосфоритов Каратау / Под ред. Позина М.Е., Копылева Б.А., Белова В.Н., Ершова В.А. – Л.: Химия, 1979. – 223 с.
20. Ратобыльская Л.Д., Бойко Н.Н., Кожевников А.О. Обогащение фосфоритных руд. – М.: Недра, 1979. – 172 с.
21. Смирнов А.И. Генетическое значение различных изоморфных замещений и фосфатных минералов фосфоритов. Физические методы исследования осадочных пород. – М.: Наука, 1966. – С. 260-266.
22. Смирнов А.И. Особенности генезиса фосфоритов Каратауского типа. Геология месторождений фосфоритов // Тр. ГИГХСа. 1962, 7. –С.132-139.
23. Смородинников А.В., Шамарин В.А. Подготовка фосфоритов Каратау к электровозгонке фосфора // Хим. пром. – 1967, 40. – С. 277-280.
24. Соколов А.С. Литология фосфоритоносных отложений – главный путь установления закономерностей образования и размещения фосфоритов // Литология фосфоритоносных отложений. – М.: Наука, 1976. – С.3-12.
25. Тушина А.М. О вторичном апатите в фосфоритах Каратау // Сб. научно-техн. информ. Госкомитета по химии. 1962, №1-2. – С.10-12.
26. Фосфатные руды Казахстана / Сагунов В.Г., Вирт Г.Р., Несипбаев А.Н. и др. – Алма-Ата: Наука, 1990. – 200 с.
27. Шумаков Н.С., Павлов В.П., Паршаков А.И. и др. Применение вращающихся печей для обжига фосфорита // Фосфорная промышленность. – 1978. – 2. –53 с.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

**ФОСФОРЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ЖӘНЕ МИНЕРАЛДІ ШИКІЗАТТЫ  
ҚОЛДАНУ КҮЙІ**

	А.К. Ахметбекова
Химия ғылымд. доктора	Р.А. Казова
Химия ғылымд. канд.	З.К. Каипова
Техн. ғылымд. доктора	С.С. Нуркеев

*Мақалада фосфорлық қалдықтарды және минералді шикізатты қолдану күйі көрсетілген.*

УДК 661.631

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОСФАТНО-ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ ДЛЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Доктор техн. наук      Ж.Т. Сулейменов  
Доктор техн. наук      А.А. Сагындыков  
   Е.Н. Талканбаев

*Определены размеры ущерба за нарушение экологических требований при хранении фосфатно-глинистых сланцев вскрышных пород добычи фосфоритов. Показано, что их утилизация путем получения керамического кирпича и аглопорита экологически и экономически выгодна.*

Остающиеся после добычи и переработки фосфоритовых руд вскрышные породы представляют собой техногенные отходы от естественных месторождений. Последние отличаются генезисом, условиям залегания, пониженным содержанием фосфора, сложным, беспорядочным внутренним строением залежей. Во вскрышных породах сосредоточен богатый сырьевой потенциал, использование которого могло бы способствовать не только сохранению природных ресурсов, но и восстановлению природной среды и ее выздоровлению.

Основными факторами, обуславливающими необходимость использования техногенных месторождений является рост потребности в минеральном сырье, истощение наиболее богатых и доступных месторождений полезных ископаемых, а также негативное влияние вскрышных пород на окружающую среду.

В процессе добычи фосфоритовых руд образуется огромное количество вскрышных пород – кварциты, фосфатизированные кремнии, фосфатно-кремнистые и фосфатно-глинистые сланцы. Они занимают большие площади плодородных земель. Разлагаясь под воздействием атмосферных осадков, ветра, мороза, солнца они наносят вред атмосферному воздуху, почве, воде за счет вредных соединений фосфора и фтора. По данным химического анализа в фосфатно-глинистых сланцах содержится до 5 %  $P_2O_5$  и 2 % соединений фтора.

Одним из экономически выгодных направлений использования фосфатно-глинистых сланцев является их использование для получения керамического кирпича и аглопорита [2, 3].

Организация производства строительных материалов на базе использования вскрышных пород добычи фосфоритов позволит высвободить до 50...60 % рабочих, занятых на производстве нерудных строительных материалов, за счет исключения таких трудоемких процессов, как бурение, взрывание, погрузка, транспортировка, восстановление нарушенной земной поверхности и применения высокопроизводительных дробильно-сортировочных комплексов.

Экологические последствия утилизации отходов производства оцениваются в научной литературе, как правило, величиной экономического ущерба, причиняемого отходами. Расчет ущерба за нарушение экологических требований санкционированного накопителя отходов промышленности определяется по формулам [1]:

$$Y_T = Y_B + Y_{II} + Y_A, \quad (1)$$

где 
$$Y_B = \gamma_B \cdot M_{сверх} \cdot K_{BT} \cdot K_C, \quad (2)$$

$$Y_{II} = \gamma_{II} \cdot M_{сверх} \cdot K_C \cdot K_B, \quad (3)$$

$$Y_A = \gamma_A \cdot M_{сверх} \cdot K_{AT} \cdot K_C. \quad (4)$$

Здесь  $Y_T$  – суммарный ущерб от загрязнения компонентов окружающей среды в результате размещения в накопителе сверхнормативного объема отходов промышленности в год, тенге;  $Y_B$  – ущерб от загрязнения водных ресурсов, тенге;  $Y_{II}$  – ущерб от загрязнения почв, тенге;  $Y_A$  – ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, тенге;  $\gamma_B$  – удельный экономический ущерб, причиненный водным ресурсам;  $\gamma_A$  – удельный экономический ущерб, причиненный атмосферному воздуху;  $\gamma_{II}$  – удельный экономический ущерб, причиненный почвам;  $M_{сверх}$  – расчетный сверхнормативный объем отходов промышленности, складываемых в накопитель, т;  $K_{BT}$  – константа, характеризующая значимость водохозяйственного участка, в котором расположен рассматриваемый накопитель (приложение 5) [1];  $K_{AT}$  – константа, характеризующая относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов (приложение 6) [1];  $K_B$  – показатель, учитывающий категорию сельскохозяйственных угодий территории, прилегающей к накопителю отходов промышленности конкретного предприятия;  $K_C$  – показатель социально-экономической значимости территории региона.

Удельный экономический ущерб водным ресурсам рассчитывается по условному удельному ущербу водным ресурсам и находится из приложения 2 [1]. Удельный экономический ущерб почвам рассчитывается по условному удельному ущербу почвам и находится из приложения 3 [1]. Удельный экономический ущерб атмосферному воздуху рассчитывается по условному удельному ущербу атмосферному воздуху и находится из приложения 4 [1].

Общее годовое количество вскрышных пород, допускаемое к размещению в накопителе, определяется по формуле:

$$M_{норм} = 1/3 M_{обр} \cdot (K_B + K_{II} + K_A) \cdot K_{р.и.з.} \cdot K_P, \quad (5)$$

где  $K_{II} = 1$ ;  $K_A = 1$ ;  $K_B = 0,741$ .

Для  $M_{обр} = 150000$  т/год по формуле (6) следует, что  $M_{норм} = 137050$  т/год.

Сверхнормативное количество складирования вскрышных пород

$$M_{сверх} = (M_{обр} - M_{норм}) \cdot K_{xp} - M_{шп} \quad (6)$$

$$K_{xp} = 1 + \frac{M_{нак} \cdot 0,1}{(T_K - T_{II}) M_{норм}} = 1,072$$

Условный удельный ущерб, причиненный водным ресурсом, находим из приложения 2 (табл. п. 2.1) [1]. Он равен 178,3 тг/т. Условный удельный ущерб, причиненный почвам, находим из приложения 3 (табл. П. 3.1.) [1]. Он равен 130201 тг/т. Условный удельный ущерб, причиненный атмосферному воздуху равен 53,44 тг/т.

Коэффициент приведения для предприятий химической промышленности равен 0,006. Таким образом, приведенные  $\gamma_B$ ,  $\gamma_{II}$  и  $\gamma_A$  составят:

$$\gamma_B = 1,07 \text{ тенге} / \text{т}$$

$$\gamma_{II} = 781,21 \text{ тенге} / \text{т}$$

$$\gamma_A = 0,32 \text{ тенге} / \text{т}$$

Подбираем константы:

- константа  $K_{BT}$ , характеризующая значимость водохозяйственного участка, в котором расположен рассматриваемый накопитель (находится из приложения 5) [1] равна 2,89;
- константа  $K_{AT}$ , характеризующая относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов, согласно приложения 5 [1] равна 4;

- показатель социально-экономической значимости территории  $K_C$  региона расположения накопителя отходов промышленности конкретного предприятия, согласно приложения 7 [1], равен 1,7;
- показатель  $K_B$ , учитывающий категорию сельскохозяйственных угодий территории, прилегающей к накопителю отходов промышленности конкретного предприятия, согласно приложения 8 [1], равен 0,1.

Согласно формуле (2) экономический ущерб от загрязнения водных ресурсов равен:

$$Y_B = 72976 \text{ тенге}.$$

Экономический ущерб от загрязнения почв территорий, прилегающих к накопителю по формуле (3) равен:

$$Y_{II} = 1843585 \text{ тенге}.$$

Согласно формуле (4) ущерб от загрязнения атмосферного воздуха в районе расположения накопителя отходов промышленности равен:

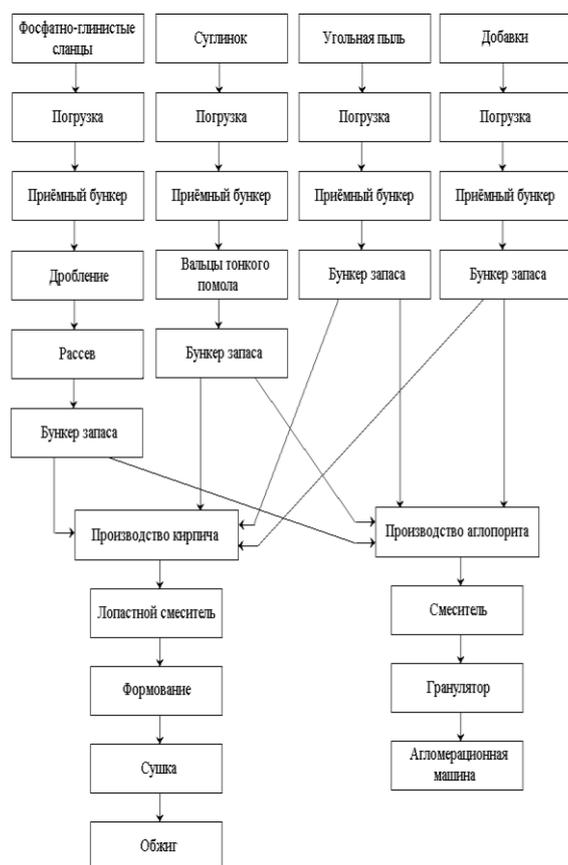
$$Y_A = 30207 \text{ тенге}.$$

Суммарный экономический ущерб от загрязнения компонентов окружающей среды в результате размещения в накопителе сверхнормативного объема отходов промышленности в год составляет:

$$Y = 1946769 \text{ тенге}.$$

При рассмотрении экологической целесообразности утилизации фосфатно-глинистых сланцев необходимо проследить все виды воздействия планируемой деятельности на всех ее этапах и дать им количественную оценку. Сравнение нескольких вариантов использования фосфатно-глинистых сланцев закладки выработанного подземного пространства, использования в качестве заполнителя для бетонов, а также для получения аглопорита и керамического кирпича показало, что утилизация фосфатно-глинистых сланцев экологически и экономически выгодна.

Предлагаемая технологическая схема по комплексному использованию вскрышных пород для получения аглопорита и керамического кирпича приведена на рис.



*Рис. Технологическая схема производства аглопорита и керамического кирпича на основе фосфатно-глинистых сланцев.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РНД 03.4.0.501.96. Временные методические указания по расчету экологического ущерба от сверхнормативного и несанкционированного размещения отходов (продуктов) (общая концепция) // Алматы, 1996.
2. Сулейменов Ж.Т., Талканбаев Е.К. Использование вскрышных пород от добычи фосфоритов в производстве стеновых керамических материалов // Наука и образование Южного Казахстана. – Шымкент, 2002. – С. 113-116.
3. Талканбаев Е.К., Сулейменов Ж.Т., Сагындыков А.А., Анарбаев Н.Н. Использование вскрышных пород от добычи фосфоритов для получения аглопорита // Тезисы докладов международной конференции. – Петропавловск, 2003.

Таразский государственный университет им. Дулати

**ФОСФАТТЫ-САЗДЫ ТАҚТА ТАСТАРДЫ КЕРАМИКАЛЫҚ ҚУРЫЛЫС  
МАТЕРИАЛДАР АЛУ ҮШІН ПАЙДАЛАНҒАНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯ-  
ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІКТІ АНЫҚТАУ**

Техн. ғылымд. докторы Ж.Т. Сұлейменов  
Техн. ғылымд. докторы А.А. Сағындықов  
Е.Н. Талқанбаев

*Фосфориттерді өндіру кезінде пайда болатын өндіріс қалдықтары-фосфатты сазды тақта тастардың экологиялық талаптарға нұқсан келтіретін шығын мөлшері анықталған. Оларды керамикалық кірпіш және аглопорит өндірісінде пайдалану экологиялық және экономикалық жағынан тиімді екендігі көрсетілген.*

УДК 622.793.2: 504

**К МЕТОДУ ОЦЕНКИ БАЛАНСА ВОДЫ В ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ  
С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ КОНСОЛИДАЦИИ ГРУНТОВ**

Канд. техн. наук      Г.Т. Трунков  
Канд. техн. наук      М.А. Шинтемиров

*При составлении водного баланса одним из наиболее сложных вопросов является оценка фильтрационных потерь из хвостохранилищ и количества воды, оставшейся в порах грунта. В статье на основе теории консолидации предложена методика оценки фильтрационных потерь из хвостохранилища, позволяющая обоснованно рассчитать водный баланс в любой период эксплуатации. Приведен пример расчета потерь воды для реального хвостохранилища и проведено сравнение с обычным методом.*

Складирование твердых отходов промышленности, в частности хвостов горнодобывающей отрасли, – одна из крупнейших мировых проблем в обеспечении рационального использования и эффективной защиты от загрязнения природной среды. В отличие от обычных намывных гидросооружений энергетического и транспортного строительства хвостохранилища намываются из более дисперсных малосвязных грунтов. Другой особенностью их намыва является необходимость полного осветления пульпы, что приводит к сохранению в отложениях намыва самых мелких фракций. Кроме того, добавление коагулянтов приводит к образованию весьма рыхлой структуры. Поэтому грунты отложений хвостохранилищ относятся к сильносжимаемым, обладающим малой водопроницаемостью, и устойчивость сооружения следует рассчитывать с учетом нестабилизированного состояния грунта.

Исследования консолидации хвостохранилищ позволяют оценить влияние на величину порового давления и, как следствие, на устойчивость откосов хвостохранилищ значений принятых расчетных характеристик: коэффициентов фильтрации, уплотнения, характеристик ползучести скелетов грунта и т.п. В результате имеющиеся инженерные методы расчета грунтовых гидротехнических сооружений оказываются неприменимыми при проектировании хвостохранилищ.

При проектировании сооружений хвостовых хозяйств необходимо

производить составление годового водного баланса хвостохранилищ. Для систем 1 и 2 классов рекомендуется производить также и посезонный баланс воды. В современной методической литературе [1] и действующих нормативных документах [2, 3] водный баланс хвостохранилищ рекомендуется оценивать по уравнению

$$W_0 = W_{ест} + W_n - W_u - W_\phi - W_x - W_z - W_\delta, \quad (1)$$

где  $W_0$  – количество воды, получаемой для оборотного водоснабжения или сброса осветленной воды;  $W_{ест}$  – естественный приток воды в хвостохранилище;  $W_n$  – количество воды, поступающей в хвостохранилище вместе с хвостами;  $W_u$  – потери воды на испарение из пруда хвостохранилища;  $W_\phi$  – потери воды на фильтрацию в ложе и борта хвостохранилища;  $W_x$  – потери воды на заполнение пор отложений хвостохранилища;  $W_z$  – количество воды, необходимое для подъема горизонта воды в отстойном пруде в связи с повышением отметки гребня хвостохранилища;  $W_\delta$  – безвозвратные потери воды в технологическом процессе предприятия.

Если составляющие уравнения баланса  $W_{ест}$ ,  $W_n$ ,  $W_u$ ,  $W_z$ ,  $W_\delta$  определяются достаточно точно с помощью гидрометеорологических наблюдений и непосредственных замеров, то для определения потерь воды на фильтрацию и заполнение пор отложений хвостохранилищ в документах и методической литературе в некоторых случаях рекомендуются весьма приближенные методики расчета.

Например, для расчета фильтрации из хвостохранилища в простейших случаях плоского потока при несложных гидрогеологических условиях в [3] рекомендуется использовать имеющиеся аналитические зависимости для одномерного фильтрационного потока. В более сложных случаях фильтрационный поток должен рассчитываться на основе моделирования методом ЭГДА. Количество воды, идущей на заполнение пор отложений хвостохранилища, там же рекомендуется определять по средней пористости грунта в отвале. Таким образом, эти рекомендации не учитывают процессов консолидации отложений. Поэтому разработка обоснованных методов оценки баланса воды в хвостохранилищах, обеспечивающих работу систем полного водооборота, возможна только на основе фильтрационных расчетов с учетом процессов консолидации грунтов хвостохранилищ.

Для простейших случаев плоской задачи (равномерно распределенная или трапецеидальная нагрузка на поверхности основания, постоянные коэффициенты фильтрации и уплотнения) П.П. Бородавкин предложены зависимости для определения расхода воды из области основания,

ограниченной вертикальными и горизонтальными плоскостями. Например, при уплотнении основания равномерно распределенной нагрузкой шириной  $2a$  и постоянных коэффициентах фильтрации уравнение для определения расхода будет иметь вид [4]

$$Q = -2k \int_0^{y_{ak}} \int_0^t \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right)_{x=a} dy dt - k \int_{-a}^{+a} \int_0^t \left[ \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right)_{y=0} + \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right)_{y=y_{ak}} \right] dx dt, \quad 2)$$

где  $a$  – полуширина полосовой нагрузки;  $y_{ak}$  – глубина зоны уплотнения;  $k$  – коэффициент фильтрации грунта;  $H$  – напорная функция (избыточные напоры).

Для определения напорной функции  $H$  используется уравнение консолидации В.А. Флорина, которое решается методом конечных разностей

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{k(1 + \varepsilon_{cp})}{\gamma a_{упл}} \left( \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} \right), \quad (3)$$

где  $a_{упл}$ ,  $\varepsilon_{cp}$  – средние коэффициенты уплотнения и пористости;  $x$ ,  $y$  – декартовы координаты;  $t$  – время.

В то же время известно, что отложения пляжных и прудковых зон хвостохранилищ характеризуются большой и нелинейной сжимаемостью грунта и связанной с этим значительной нелинейностью зависимости коэффициента фильтрации от его пористости. По данным научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) механики грунтов и устойчивости хвостохранилищ Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ) [5], коэффициент уплотнения песчаных

отложений пляжных зон хвостохранилищ  $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma}$  может изменяться в 10...15 раз в диапазоне сжимающих напряжений  $\sigma$  от 0 до 0,5 МПа. Во столько же раз изменяется и коэффициент фильтрации. Для суглинистых и глинистых отложений прудковых зон аналогичные изменения коэффициентов уплотнения и фильтрации могут достигать двух порядков. Поэтому применение в расчетах консолидации постоянных (средних) значений коэффициентов уплотнения и фильтрации искажает характер процессов, происходящих при намыве хвостохранилищ, и приводит к значительным погрешностям.

В НИЛ механики грунтов и устойчивости хвостохранилищ СПбГПУ разработаны методики расчетов консолидации хвостохранилищ и их оснований с учетом нелинейных зависимостей коэффициентов филь-

трации и пористости от напряженного состояния, анизотропии фильтрационных свойств грунтов, влияния температурного режима, постепенности роста сооружения по высоте и неполного водонасыщения грунта. Данные методики реализованы в виде программ для автоматизированного расчета на персональных ЭВМ [6].

Для решения плоской задачи используется дифференциальное уравнение консолидации трехфазного грунта В.А. Флорина при соответствующих начальных и граничных условиях

$$\begin{aligned} & \left[ 1 - \beta \frac{1 + \varepsilon(x, y, \mathcal{G})}{\frac{\partial \varepsilon}{\partial \mathcal{G}}} \right] \frac{\partial}{\partial t} p(x, y, t) = \frac{\partial}{\partial t} \mathcal{G}^*(x, y, t) - \\ & - \frac{1 + \varepsilon(x, y, \mathcal{G})}{\frac{\partial \varepsilon}{\partial \mathcal{G}}} \frac{\partial}{\partial x} \left\{ k(x, y, \mathcal{G}) \left[ \frac{1}{\gamma_s} \frac{\partial}{\partial x} p(x, y, t) \right] \right\} - \\ & - \frac{1 + \varepsilon(x, y, \mathcal{G})}{\frac{\partial \varepsilon}{\partial \mathcal{G}}} \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k(x, y, \mathcal{G}) \left[ \frac{1}{\gamma_s} \frac{\partial}{\partial y} p(x, y, t) - 1 \right] \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $p$  – давление в поровой воде за вычетом атмосферного;  $\varepsilon$  – коэффициент пористости грунта;  $\mathcal{G}$  – полусумма нормальных напряжений в скелете грунта;  $\mathcal{G}^*$  – то же в предположении мгновенной стабилизации;  $k$  – коэффициент фильтрации грунта;  $\beta$  – коэффициент объемной сжимаемости грунта с учетом неполного водонасыщения;  $x, y$  – декартовы координаты точек;  $t$  – время, отсчитываемое от момента начала возведения сооружения.

Начальное условие:  $p(x, y, t) = p_0(x, y)$  – численно заданная функция.

Граничные условия:  $p(x, y, t) = 0$  – в зонах отсутствия грунта;

$$\frac{\partial}{\partial y} p(x, y, t) = \gamma_s \quad \text{– в зонах гидростатического давления;}$$

$\frac{\partial}{\partial \nu} p(x, y, t) = 0$  – на границе с нормалью  $\nu$ , выделяющей зону с водонепроницаемым грунтом;

$$\frac{\partial}{\partial x} p(x, y, t) = 0 \quad \text{– на оси симметрии;}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial n^2} p(x, y, t) = 0 \quad \text{– на границе с нормалью  $n$ , выделяющей расчетный}$$

прямоугольник из сечения сооружения с основанием.

Определив значения  $p$  в заданные моменты времени  $t$  вычисляются значения всех величин, входящих в дифференциальное уравнение, и их производные. Это дает возможность определять  $\frac{\partial p}{\partial t}$  и  $\frac{\partial \varepsilon}{\partial g}$ . Выбирая минимальное значение допустимого шага по времени  $\Delta t$ , значения  $p$  на текущий момент времени  $t + \Delta t$  вычисляют как  $p + \frac{\partial p}{\partial t} \Delta t$ . При этом текущая высота ячейки (с учетом сжатия грунта) определяется по выражению

$$\Delta y = \Delta y_0 \left[ 1 - \frac{\varepsilon(g_0) - \varepsilon(g)}{1 + \varepsilon(g_0)} \right], \quad (5)$$

а величина сжатия ячейки – по выражению

$$\Delta S = \Delta y_0 \frac{\varepsilon(g_0) - \varepsilon(g)}{1 + \varepsilon(g_0)}. \quad (6)$$

Таким образом, для правильной оценки потерь воды на заполнение пор отложений грунта при намыве хвостохранилищ и для оценки потерь на фильтрацию воды в основание и борта хвостохранилищ необходимо произвести предварительный расчет консолидации отложений с учетом нелинейных зависимостей указанных коэффициентов от напряжений в скелете грунта.

Полученные в результате расчета консолидации значения парового давления и напоров в теле хвостохранилища используются для определения значений коэффициентов фильтрации и пористости в любой точке хвостохранилища. Зная значения коэффициентов пористости в любой точке хвостохранилища в данный момент времени и при заданной степени водонасыщения грунта (обычно ниже кривой депрессии можно принять водонасыщение полным), можно легко оценить пористость грунта и суммировать объем воды, заполняющей поры отложений.

При известных значениях коэффициентов фильтрации путем построения линий равных напоров определяются значения градиентов напора и фильтрационных расходов в основание и борта хвостохранилищ. Для иллюстрации методики расчетов ниже приведены результаты определения фильтрационных расходов в основание и борта реального хвостохранилища обогатительной фабрики.

Так как в расчетах консолидации решается плоская задача, то предварительно хвостохранилище разбивалось на отдельные отсеки с оди-

наковым инженерно-геологическим и гидрогеологическим строением основания, намывной толщи и характером рельефа местности. Для каждого выделенного отсека производился расчет консолидации при заданных интенсивности намыва и соответствующих зависимостях  $k = f(x, y, \vartheta)$  и  $\varepsilon = \varphi(x, y, \vartheta)$ , после чего были построены линии равных напоров для конкретных заданных моментов времени и на граничных поверхностях высачивания, выделены участки с близкими значениями коэффициентов фильтрации и градиентами напора.

Далее фильтрационный расход в основание и борта хвостохранилища определялся по обычной зависимости

$$Q = -2k \int_0^F \int_{\tau_1}^{\tau_2} k_y \frac{\partial H}{\partial y} dF dt + \int_0^{\omega} \int_{\tau_1}^{\tau_2} k_x \frac{\partial H}{\partial x} d\omega dt, \quad (7)$$

в которой  $k_x, k_y$  – коэффициенты фильтрации грунта на поверхности высачивания в данный момент времени,  $F$  и  $\omega$  – площадь высачивания в основание и в борта хвостохранилища.

В результате расчета для четырех моментов времени получены значения расходов в борта и основание хвостохранилища (рисунок).

Как видно на рисунке, в связи с уплотнением грунта расход в основание хвостохранилища (кривая 1) уменьшился в 8 раз при росте сооружения в высоту около 30 м.

Фильтрационные  
потери, м<sup>3</sup>/сут.

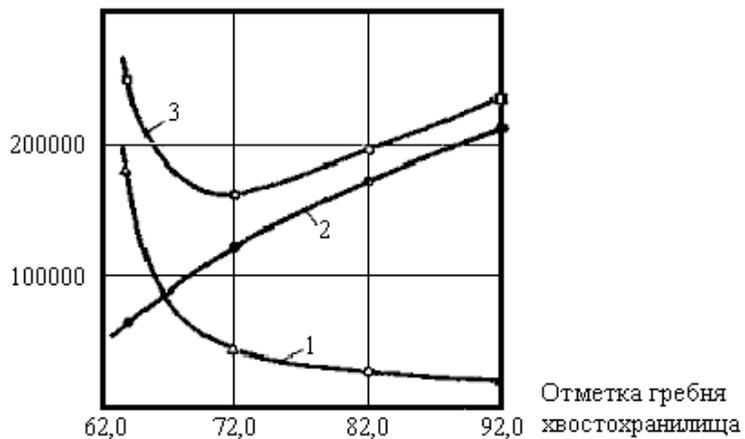


Рис. Изменение фильтрационных потерь из хвостохранилища.  
1 – потери в основание, 2 – потери в борта, 3 – суммарные потери.

В то же время, расход в борта хвостохранилища (кривая 2) в связи с возрастанием напоров увеличился в 3,4 раза. Суммарные фильтрационные потери из хвостохранилища (кривая 3) имеют минимум, приходящийся на отметку гребня 70 м.

По данным баланса данного хвостохранилища, суточный приход воды составляет 275 тыс. м<sup>3</sup>, забор воды на нужды комбината – 194 тыс. м<sup>3</sup>, потери на испарение – 15 тыс. м<sup>3</sup>. Очевидно, этим можно объяснить резкий спад объема отстойного пруда за последние годы и значительное заболачивание территории, прилегающей к хвостохранилищу.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов П.Д., Сазонов Г.Т. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1978. – 439 с.
2. Рекомендации по технологическому проектированию обогатительных фабрик руд цветных и черных металлов. Ч.5 Хвостовое хозяйство. РТП – ОФ – 5 – 72. – Л.: Механобр, 1972 – 89 с.
3. Рекомендации по проектированию хвостовых хозяйств предприятий металлургической промышленности. – М.: Стройиздат, 1972. – 89 с.
4. Бородавкин П.П. Механика грунтов в трубопроводном строительстве. – М.: Недра, 1976. – 224 с.
5. Шульц Л.В. К определению расчетных физико-механических характеристик отложений на ранних стадиях проектирования. // Транспорт и складирование отходов производства в условиях повышения требований к защите окружающей среды. – Л.: 1980 – С. 42-48.
6. Определение емкости хвостохранилищ. – Метод. указ. АрмНИИпроцветмет, 1978. – 33 с.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

#### **ТОПЫРАҚ КОНСОЛИДАЦИЯСЫН ЕСЕПКЕ АЛА ОТЫРЫП ҚОЙМАДАҒЫ СУ БАЛАНСЫН БАҒАЛАУ ӘДІСІ**

Техн. ғылымд. Г.Т. Трунков  
канд.  
Техн. ғылымд. М.А. Шинтеміров  
канд.

*Су балансын құру кезіндегі ең қиын сұрақтардың бірі қоймадағы фильтрациялық жоғалуды бағалау және топырақ жесіктеріндегі қалған су мөлшері есептеу болып табылады. Консолидация теория шешімі негізіндегі мақалада фильтрациялық жоғалудың бағалау әдісі және қойма қойылған, бұл қолданудың барлық кезеңінде су балансын дәйекті есептеуге рұқсат етеді.*

*Ақиқат қойма үшін судың жоғалу есебінің мысалы және қарапайым әдістермен салыстаруы берілген.*

УДК 622.793.2

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ХВОСТОХРАНИЛИЩ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ОТХОДОВ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

Канд. техн. наук      Г.Т. Трунков  
Канд. техн. наук      М.А. Шинтемиров

*Приведены рекомендации по конструктивным решениям и технологии возведения хвостохранилищ, расположенных в сложных (горных) природных условиях и установлено влияние различных конструкций дренажей на напряженно-деформируемое состояние (НДС) массивов хвостохранилищ и их оснований.*

С повышением требований к охране окружающей среды и обеспечению безопасности жизнедеятельности особое значение приобретает обоснованная оценка надежности хранилищ твердых и жидких отходов промышленности. Так как эти сооружения расположены обычно вблизи промышленных комплексов и населенных пунктов, то аварии наносят значительный материальный ущерб, загрязняют окружающую среду, а иногда сопровождаются человеческими жертвами.

Основные направления повышения эксплуатационной надежности хвостохранилищ, защиты окружающей среды от загрязнения заключаются в проведении исследований, которые позволяют дать научное обоснование возведения высоких хвостохранилищ путем их намыва из мелкодисперсных материалов в условиях замкнутых систем водооборота и складирования отвальных хвостов промышленности в сложных природных условиях.

К сложным природным условиям, оказывающим наибольшее влияние на работу хвостохранилищ, относятся горные условия, условия северной строительно-климатической зоны и сейсмичности. Учет этих условий при проектировании хвостохранилищ оказывает существенное влияние на их конструкцию и технологию складирования отвальных хвостов.

Специфика горных условий (сравнительно узкие долины, ущелья, и каньоны, большие перепады высотных отметок, крутые уклоны бортов долины и связанные с этим сложности выполнения строительных работ) вызывает ряд особенностей хвостохранилищ, учет которых при проектировании оказывает существенное влияние на их конструкцию и технологию складирования хвостов [1].

Так, характерным для горных хвостохранилищ является короткий фронт намыва, что затрудняет организацию намыва по участкам и приводит к значительному повышению положения депрессионной поверхности за счет инфильтрации воды при намыве. Например, на хвостохранилище Солнечного ГОКа при длине фронта намыва около 400 м происходило повышение депрессионной кривой на 15 м при намыве на участке до 2-х месяцев. Это обстоятельство отрицательно влияет как на общую устойчивость откоса, так и на фильтрационную, а также способствует разжижению пляжных отложений при сейсмических воздействиях.

При узком каньоне вследствие фракционирования частиц хвостов по длине распределительного пульповода возможно неблагоприятное распределение отложений по крупности частиц по длине намываемой дамбы, когда в примыкании к одному из бортов долины в непосредственной близости от концевого выпуска откладываются наиболее тонкие частицы, а депрессионная поверхность при этом повышается из-за постоянной инфильтрации. Все это приводит к ослаблению указанной части профиля ограждающей дамбы и возможности проявления деформаций сдвига и оплывания.

Короткий фронт намыва и большие перепады высот основания хвостохранилища приводят к большой интенсивности роста сооружения по высоте и неблагоприятному распределению отложений по крупности в поперечном сечении упорной призмы хвостохранилища. При этом в непосредственной близости от пионерной дамбы откладываются более тонкие частицы, а прудковые, наиболее слабые, отложения подстилают ограждающую дамбу. В процессе роста сооружения по высоте в результате уплотнения грунтов этих зон под действием собственного веса наблюдается интенсивное развитие процессов консолидации, которые сопровождаются в ряде случаев существенным повышением избыточных давлений в поровой воде и соответствующее снижение устойчивости хвостохранилищ. При этом скорость развития процесса консолидации грунтов существенно зависит от изменения в процессе консолидации их деформационных, фильтрационных свойств. Снижение избыточных поровых давлений в процессе консолидации увеличивает сжимающие напряжения в скелете грунта и его прочность [2].

Одним из радикальных мероприятий по ускорению процесса консолидации грунтов и увеличению устойчивости сооружений является устройство дренажей, обеспечивающих отток излишней воды из недоуплотненных зон. Дренажное устройство земляных гидротехнических сооружений

энергетического, мелиоративного и транспортного строительства для ускорения процесса консолидации грунтов и увеличения устойчивости сооружений весьма эффективно применяется как в нашей стране, так и за рубежом. Однако при возведении хвостохранилищ дренажи устраивают только в пляжной зоне для снижения депрессионной кривой, а основные недоуплотненные зоны не дренируют вследствие их труднодоступности.

В обычных гидротехнических сооружениях грунты уплотняются до величины объемного веса, обеспечивающего малую сжимаемость грунта и практическое постоянство коэффициента фильтрации. Поэтому при проектировании дренажных устройств обычно не учитывается возможность изменения фильтрационных свойств дренируемой толщи. В хвостохранилищах отложения прудковых зон характеризуются большой сжимаемостью грунта и связанной с этим значительной нелинейностью зависимости коэффициента фильтрации от сжимающих напряжений (или пористости).

Для повышения надежности хвостохранилищ, возводимых в горных условиях, необходимо применять мероприятия, которые можно подразделить на 2 группы:

- конструктивные, направленные на повышение устойчивости хвостохранилищ;
- технологические, направленные на улучшение распределения укладываемых хвостов в теле хвостохранилищ.

В некоторых случаях такое подразделение является условным, так как некоторые конструктивные мероприятия выполняются технологическими приемами.

#### **Конструктивные мероприятия**

Цель конструкции хвостохранилища (рис. 1), предложенной Х. Абаджиевым [1], заключается в создании повышенной ее устойчивости не путем увеличения объема пионерной дамбы, а путем рационального распределения крупного материала. Для этого часть пионерной дамбы у подошвы верхового откоса выдвинута в сторону отстойного пруда, что способствует благоприятному фракционированию хвостов по крупности при намыве, при котором над пионерной дамбой откладываются крупные хвосты, формирующие устойчивую упорную призму, а тонкодисперсные частицы поступают с потоком в отстойный пруд.

Если пионерная дамба выполняется из малопроницаемого грунта, то верховой откос ее дренируется по всей поверхности. Высота пионерной дамбы в зоне примыкания к отстойному пруду должна быть несколько больше его глубины в начальный период эксплуатации хвостохранилища, а в примыкании

устанавливается экран из глинистого грунта. Начальная поверхность пионерной дамбы имеет уклон равный уклону надводной части пляжа.

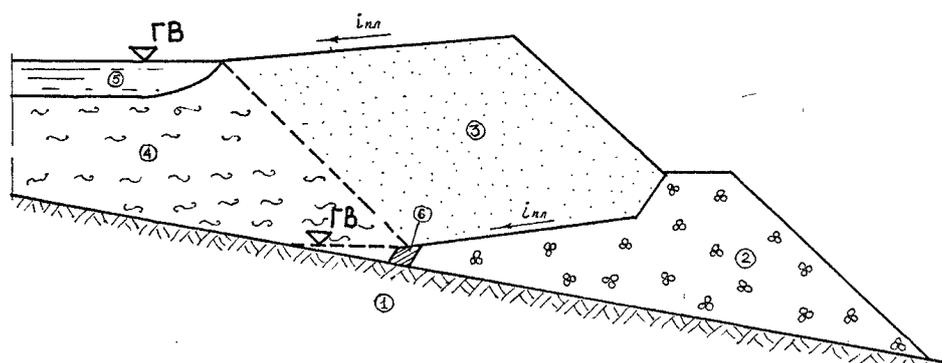


Рис. 1. Схема конструкции хвостохранилища, предложенная Х. Абаджиевым. 1 – основание хвостохранилища, 2 – пионерная дамба из крупнообломочного грунта, 3 – пляжная зона, сложенная песчаными частицами, 4 – отстойный пруд, 5 – экран из глинистого грунта.

Такая конструкция была реализована на строительстве медного ГОКа «Арсенал» в Болгарии.

Цель конструкции хвостохранилища с горизонтальными дренажными зонами (рис. 2) заключается в повышении прочностных характеристик слабого грунта отложений переходных и прудковых зон хвостохранилищ и увеличении объемов ширины упорной призмы за счет ускорения процесса консолидации грунта путем перераспределения крупного материала в поперечном сечении сооружения и создания горизонтальных дрен. Как показали исследования, уплотнение (уменьшение коэффициента пористости) отложений хвостохранилищ под действием собственного веса и фильтрационных сил вызывают значительное увеличение угла внутреннего трения и сцепления грунта. Так, угол внутреннего трения прудковых суглинков при уменьшении коэффициента пористости от 0,95 до 0,65 увеличивается от 25° до 30°.

Размеры дренажных горизонтальных зон (длина и толщина) и их размещение в поперечном сечении определяются расчетом консолидации грунта с учетом реальных нелинейных зависимостей проницаемости и сжимаемости грунтов, а также расчетом устойчивости хвостохранилищ [1]. Проведенные расчетные исследования хвостохранилищ показали существенное снижение (более 50 %) избыточных давлений в дренированной зоне и соответствующее увеличение коэффициента устойчивости.

В целях недопущения выхода фильтрационного потока на низовой откос хвостохранилища, повышения местной и общей устойчивости, а

также для предотвращения разжижения грунта при сейсмических воздействиях, рекомендуется поярусное устройство дрен. Дрены укладываются с верхней стороны дамб обвалования по всему фронту намыва, отвод профильтрованной воды производится либо в дренажной насосной станции, либо в насосную оборотного водоснабжения.

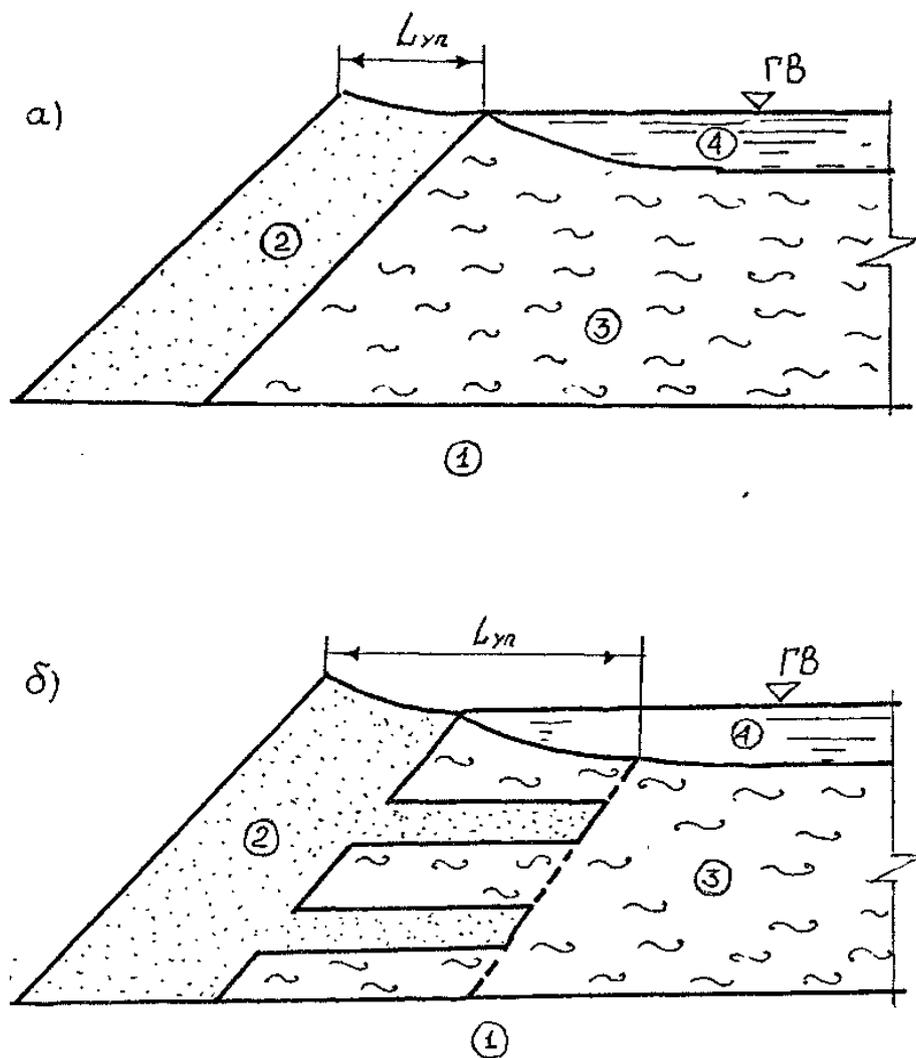


Рис. 2. Схема расположения крупного материала в хвостохранилище.  
 а) традиционный намыв «от дамбы к берегу», б) конструкция с горизонтальными дренами. 1 – основание хвостохранилища, 2 – крупнозернистые хвосты, 3 – тонкодисперсные прудковые отложения, 4 – отстойный пруд.  $L_{уп}$  – ширина упорной призмы.

### Технологические мероприятия

Учитывая большие трудности создания дренажей в слабых грунтах прудковых зон хвостохранилищ известными методами строительства в научно-исследовательской лаборатории Механики грунтов и устойчивости хвостохранилищ Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ) предложен способ их возведения, основанный на использовании явления фракционирования грунта при намыве [4].

Горизонтальные дренажные зоны необходимых размеров создаются в теле хвостохранилищ через определенные интервалы по высоте путем постепенного перемещения фронта намыва от ограждающего контура в сторону отстойного пруда и в обратном направлении (рис. 3). При этом дренажные зоны, создаваемые предлагаемым способом, имеют фильтрационную связь с боковой дренажной призмой (пляжной зоной) и надежные обратные фильтры за счет фракционирования грунта по крупности на их границе. Тело сооружения формируется таким образом, что отток воды из недоуплотненных прудковых зон происходит в дренажи, располагаемые в непосредственной близости от дренируемых зон, что резко увеличивает скорость процесса уплотнения и приводит к повышению устойчивости хвостохранилища в целом.

Таким образом, за счет перераспределения крупного материала и повышения прочностных характеристик грунта с помощью горизонтального дренирования могут быть созданы устойчивые и надежные намывные хранилища из тонкодисперсных промышленных отходов.

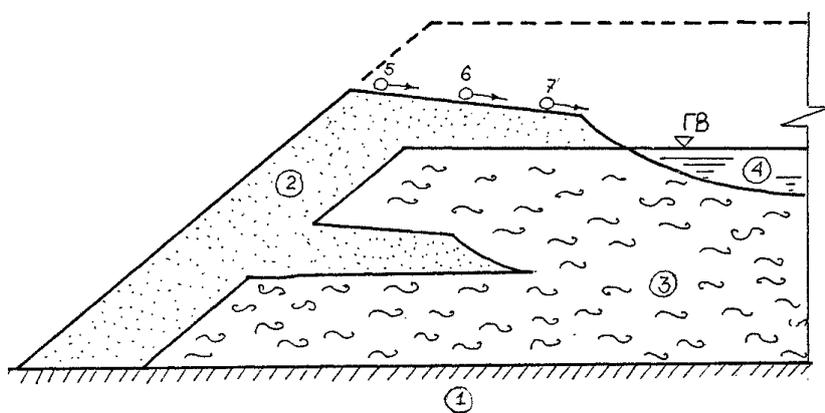


Рис. 3. Технологическая схема намыва дренажей. 1 – основание хвостохранилища, 2 – крупнозернистые хвосты, 3 – тонкодисперсные прудковые отложения, 4 – отстойный пруд, 5...7 – последовательное отложение фронта намыва.

Экономический эффект от реализации такого предложения определяется снижением капитальных затрат вследствие замены плотины наливного хвостохранилища пионерной дамбой, имеющей меньший объем, и увеличением полезной нагрузки на единицу площади хвостохранилища.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаджиев Х.А. с., НРБ № 34696.
2. Евдокимов П.Д., Сазонов Г.Т. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. – М., Недра, 1978. – 439 с.
3. Министерство цветной металлургии СССР. Технические указания по расчету консолидации хвостохранилищ с учетом анизотропии коэффициента фильтрации. – Л., Механобр, 1977. – 33 с.
4. Ivanov P.L., Trunkov G.T. Acceleration of the consolidation process for earth dams constructed of fine dispersed industrial wastes. // Proc., 7<sup>th</sup> Danube European Conf. Soul Fech. Found. Engng. Kishenev, 1983. – p. 93 – 96.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

#### **КҮНДЕЛІ ТАБИҒАТ ЖАҒДАЙЫНДА ӨНЕРКӘСІП ҚАЛДЫҚТАРЫН САҚТАЙТЫН ҚОЙМАНЫ ПАЙДАЛАНУ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ**

Техн. ғылымд. канд. Г.Т. Трунков  
Техн. ғылымд. канд. М.А. Шинтеміров

*Күрделі (таудағы) табиғат жағдайында орналасқан қойманы салу технологиясының тиімді шешімі тұралы ұсыныс келтірілген және әртүрлі конструкциялы дренаждардың шиеленісті-деформациялық жағдайдағы (ШДЖ) қойма құрылысына, оның жабанына әсері қарастырылған.*

УДК 550.311;551.1

**ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ, ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ  
ЗЕМЛИ И ИХ СВЯЗЬ С СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

Канд. геогр. наук Г.С. Ахметова

*Производится совместный анализ изменения скорости вращения Земли и сейсмической активности на планете. В результате выполненных исследований делается вывод: усиление сейсмической активности связано с изменением размеров и массы Земли*

Катастрофические природные явления последних лет и особенно конца ушедшего 2004 г. и начавшегося 2005 г. вызывают большую тревогу жителей планеты Земли. Определенная часть научных кругов связывают их с глобальным потеплением, обусловленного чрезмерным выбросом парниковых газов в атмосферу при сжигании топлива.

Не все особенности природных процессов, в том числе и атмосферных, которые наблюдаются в последнее время, можно объяснить увеличением концентрации парниковых газов в результате человеческой деятельности. Так вековые изменения характеристик общей циркуляции атмосферы объясняют некоторые особенности современного глобального потепления [1].

В последнее время усилилась сейсмическая активность Земли. Землетрясение и вызванное им цунами 26 декабря 2004 года нанесли небывалое бедствие в прибрежных районах и в ряде островов юго-востока Азии с большими человеческими жертвами. При этом изменились береговые очертания материка и островов. Участвовавшие после этого катастрофические явления с землетрясениями, вулканами в различных частях земного шара указывает на то, что Земля в настоящее время испытывает существенные изменения.

В начале августа 2002 г. в Science появилась статья двух американских геофизиков Кокса и Чао, в которой они опубликовали результаты, полученные с 9 различных спутников, потратив несколько лет на их проверку и перепроверку. Они пришли к выводу, что начиная с 1998 года «экваториальный охват» Земли увеличивается. При этом в районе экватора происходит нарастание массы вещества, тогда как из полярных районов идет его отток. В районе экватора произошло поднятие водных масс на 25 см за период с 1998 г. по 2002 г. Из этого можно сделать вывод, что из-

меняются размеры и форма Земли. Как говорят ученые: она стала «толще» в районах экватора.

Относительно вопроса изменяются ли размеры Земли и какие причины вызывают эти изменения существует ряд гипотез:

1. Представители контракционной теории утверждают, что наблюдается сокращение земной коры, связанное с остыванием планеты [2].

2. Большая группа ученых придерживаются мнения, что Земля пульсирует. При фазе расширения наблюдается разрастание океанических впадин, последующая фаза характеризуется явлениями орогенеза [2, 3].

3. Увеличение массы Земли некоторые ученые объясняют явлениями аккреции (присоединения к Земле) метеоритов и астероидов [2, 3].

4. Существует объяснение увеличения линейных размеров Земли из-за постепенного расширения планеты. При этом первоначально у Земли было ядро из сверхплотного вещества, которое медленно превращалось в нормальное вещество [2, 3].

5. Ряд ученых высказывали предположение, что гравитационная «постоянная» в действительности уменьшается со временем, что заставляет Землю расширяться без увеличения массы [2, 3].

6. И, наконец, разрабатывается концепция расширения Земли, вызванного некой космологической причиной, связанной с увеличением массы. Первоначально это мнение было высказано российскими учеными. Затем оно было поддержано рядом ученых из дальнего зарубежья [2, 3]. Так Кэри в результате своих многолетних наблюдений и обработки данных этих наблюдений пришел к выводу, что происходит не только расширение, но и увеличение массы Земли. Согласно его теории этот процесс происходил всегда, но со временем скорость этих изменений увеличивается по экспоненциальному закону и основная причина изменения формы и размеров Земли лежит в самой природе материи [2].

Кокс и Чао указывают три возможные причины изменения формы и размеров Земли за период с 1998 г. по 2002 г., полученные объективно на основе инструментальных измерений со спутников Земли: океаническое воздействие, таяние полярных и высокогорных ледников и некие процессы атмосферы.

Многочисленные случаи землетрясений конца 2004 г. и начала 2005 г. (декабрь – январь), иногда очень сильные с большими разрушениями и человеческими жертвами, указывают на то, что внутри Земли происходят некие процессы, которые воздействуют на земную кору. Согласно

современному представлению о строении Земли она имеет твердое внутреннее металлическое ядро и внешнее – жидкое. Над ядром располагается мантия Земли, которая по объему составляет большую часть планеты. Над верхней полужидкой частью мантии – астеносферой, располагаются литосферные плиты, составляющие земную кору. Они по толщине не везде одинаковы и в разных местах планеты имеют различные глубины. На континентах земная кора старше и толще (около 35...65 км), а под океанами моложе и намного тоньше, чем на континентах (около 6...8 км). Поэтому океаническое дно более подвержено воздействию внутренних сил Земли. Здесь находятся основные хребты, вдоль которых происходит выход внутреннего вещества и тепла Земли и происходит раздвижение земной океанической коры (рифтогенез и спрединг). Поэтому здесь чаще происходят землетрясения, которые вызывают цунами. Если эти цунами возникают далеко от побережий, то они никак не ощущаются в прибрежных районах. Согласно модели расширения Земли [2], большая часть океанической коры за последние 100 млн. лет поднялась примерно на 30 км. Геодезические измерения НАСА, которые проводились в конце 80-ых годов 20 века, показали, что длина хорды между Европой и Северной Америкой увеличивается на  $1,5 \pm 0,5$  см в год. Между Северной Америкой и Гавайями на  $4 \pm 1$ , между Гавайями и Южной Америкой на  $5 \pm 3$ , между Южной Америкой и Австралией на  $6 \pm 3$ , а расстояние между Гавайями и Австралией уменьшается на  $7 \pm 1$  см в год. Эти данные позволили Паркинсону установить, что радиус Земли в течение периода наблюдений увеличивался на  $2,8 \pm 0,8$  см в год [2].

Другими областями, где в настоящее время Земля подвергается процессам кручения и испытывает большие изменения, что проявляется в повышенной сейсмической активности, являются две огромные кольцевые зоны, которые располагаются по большим кругам перпендикулярно относительно друг друга. В одной из них наблюдается левостороннее кручение в зоне Тетис, а в другой – правостороннее циркумтихоокеанское кручение. Эти две сдвиговые зоны, по-видимому, являются сопряженными. Эти зоны пересекаются друг с другом под прямым углом в районах Ост-Индии и Вест-Индии [2]. 26 декабря 2004 года в районе Ост-Индии произошло самое крупное землетрясение за последние 30 лет с магнитудой 9,3 балла по шкале Рихтера и цунами с большими разрушениями и человеческими жертвами. С тех пор из этого района несколько раз приходили сообщения о колебаниях земной коры. В Вест-Индии также происходят изменения в

земной коре. Большая часть крупных землетрясений конца 2004 г. и начала 2005 года, в основном, происходят в указанных зонах правостороннего и левостороннего кручения и в районах указанных океанических хребтов, где наблюдается раздвижение океанической коры с выходом вещества и тепла. Здесь же наблюдается усиление вулканической деятельности с выходом на поверхность Земли указанных субстанций.

Как видно из всего сказанного, в настоящее время Земля претерпевает большие изменения. При этом должны меняться основные планетные характеристики. Рассмотрим, изменяется ли скорость вращения Земли и как это изменение связано с земными процессами? Долгое время считалось, что скорость вращения Земли является постоянной величиной. После открытия Галлеем в 1865 году векового ускорения движения Луны Кант предположил в середине 18-го века, что существует вековое замедление вращения Земли под действием приливного трения. С этого времени ученые стали пытаться установить опытным путем наличие неравномерности вращения Земли вокруг своей оси. Во 2-ой половине 19-го века были получены первые данные о нерегулярных колебаниях скорости вращения Земли и с тех пор ведутся регулярные наблюдения за скоростью вращения Земли и движением полюсов. Эти данные собираются, обрабатываются и распространяются Международной службой вращения Земли. В настоящее время принято скорость вращения Земли характеризовать отклонением длительности земных суток от эталонных. Длительность последних была принята равной 86400 секунд. Между скоростью вращения Земли и длительностью суток существует обратная зависимость: чем больше скорость вращения планеты, тем короче земные сутки и наоборот, т.е.:

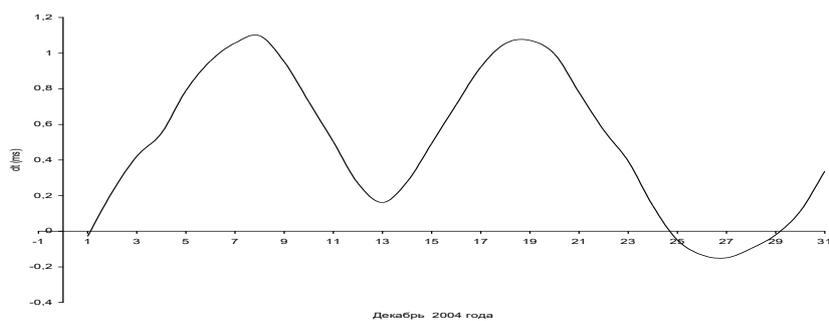
$$\omega = 2\pi / T,$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения Земли,  $T$  – продолжительность земных суток. В дальнейшем для характеристики неравномерности вращения Земли будем использовать параметр:

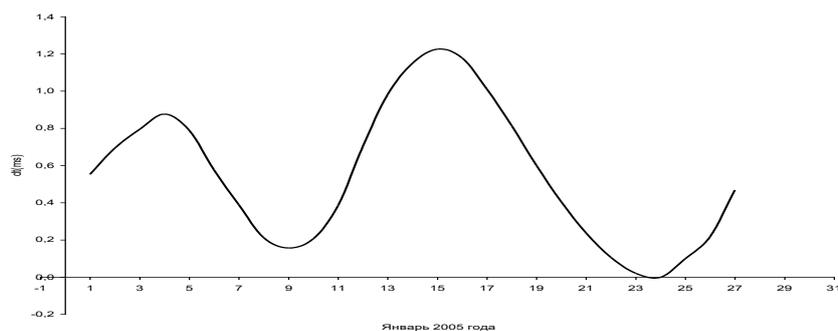
$$dt = T - 86400(c).$$

Мы будем использовать данные о  $dt$ , полученные из Международной службы вращения Земли для декабря 2004 года и января (с 1 по 27) 2005 года. В этот период на планете наблюдался ряд сильных землетрясений. Так эпицентр декабрьского землетрясения силой 9,3 балла по шкале Рихтера находился в Индийском океане, недалеко от индонезийского острова Суматра. В разных местах планеты 24 января произошли землетрясения различной силы: землетрясение магнитудой 6,5 балла было зафиксиро-

ровано на побережье принадлежащих Индии Андаманских и Никоборских островов с эпицентром, который располагался в 40 км к юго-западу от г. Палу (о. Сулавеси). В этот же день произошло землетрясение силой 5,5 балла на юге Турции. Эпицентр этого землетрясения находился в Средиземном море недалеко от турецкого города Кас. Тогда же произошли подводные землетрясения у берегов Эквадора и к востоку от Северо-Курильского острова Парамушир в Тихом океане. На рис. 1, 2 показаны графики хода скорости вращения Земли для декабря и января (неполный месяц) 2005 года.



*Рис.1. Временной ход отклонения продолжительности суток от эталонной.*



*Рис.2. Временной ход отклонения продолжительности суток от эталонной продолжительности.*

Как видно из этих рисунков, скорость вращения Земли испытывает колебания. Землетрясение 26 декабря произошло вблизи даты с максимальной скоростью вращения планеты. Наиболее быстро в этот месяц Земля вращалась 27 декабря. При этом продолжительность суток была короче эталонной на 0,1491 мс. После чего Земля постепенно замедляла свое вращение. В январе 2005 года наибольшая скорость вращения Земли была отмечена 24 января. При этом продолжительность суток была незначительно меньше эталонной ( $dt = -0,0004$  мс). В этот день, как указывалось выше, на 160

планете в различных ее районах произошли землетрясения различной силы. Анализ этого материала показал, что с увеличением скорости вращения Земли увеличивается напряжение внутри земной коры, которое разрешается землетрясением в наиболее уязвимых ее участках. Дальше с уменьшением скорости вращения вероятность возникновения землетрясений уменьшается. После какого-то периода происходит увеличение скорости вращения Земли с увеличением напряжения внутри планеты. Явления с землетрясениями, как правило, наблюдались вблизи даты или в день с максимальной скоростью вращения Земли. Причем продолжительность этих суток была короче или равной эталонной продолжительности.

Центр Земли обладает свойствами сингулярных точек, где материя проявляется из физического вакуума. Физический вакуум – это универсальная среда, пронизывающая все пространство. В прошлые века в научном мире ее называли эфиром и наделяли другими свойствами. Физический вакуум является носителем всех наблюдающихся в природе полей (электромагнитных, гравитационных, вторичных торсионных полей) и элементарных частиц [4]. В результате спонтанных флуктуаций физического вакуума происходит проявление элементарных частиц, обладающих спином. Из этих элементарных частиц потом формируются атомы и молекулы. В центре Земли создаются уникальные условия, где ускорение силы тяжести равно нулю, наблюдается минимум потенциальной энергии, где флуктуации вакуума происходят при почти нулевых условиях энергетического барьера. Поэтому материя здесь появляется в результате случайных квантовых флуктуаций. Мельчайшие элементарные частицы, возникающие из физического вакуума имеют собственный положительный момент количества движения (спин). Еще Лаплас предположил, что вращательное движение – врожденное свойство материи. Поэтому с увеличением массы Земли происходит увеличение скорости вращения Земли. Но это увеличение массы Земли не происходит непрерывно. Такого процесса Земля бы не выдержала. И если бы масса увеличивалась непрерывно, то она не выдержала бы такой нагрузки и разрушилась. В действительности происходит увеличение массы Земли порциями. После некоторого увеличения массы Земли во время замедления ее вращения материя в центре Земли почти не возникает, а происходит постепенное приспособление планеты к новым условиям. В этот период увеличение массы планеты почти не происходит и в процессе замедления вращения Земли происходит выход вещества и тепла на ее поверхность в районах океанических хребтов и просыпающих-

ся вулканов. Земля постепенно расширяется, увеличивается ее радиус. А при таких условиях при постоянном моменте количества движения происходит замедление вращения Земли. Это хорошо видно на рисунках 1, 2. Как видно, Земля расширяется, причем увеличивается не только объем, но и масса Земли. Но этот процесс происходит неравномерно во времени. Периоды накопления массы и увеличения скорости вращения Земли сменяются периодами расширения Земли и замедления ее вращения. В феврале 2005 г. британские ученые опубликовали снимки океанического дна в эпицентре декабрьского землетрясения на юго-востоке Азии. До землетрясения это место было покрыто толстым слоем ила, теперь же здесь выросли горы, некоторые из них высотой до 100 м и длиной до 2 км.

В связи с расширением Земли и увеличением ее массы усиливаются сдвиговые процессы в тетической и циркумтихоокеанской зонах кручения, а в районах океанических хребтов происходят более интенсивные процессы расширения океанического дна с выходом из недр планеты вещества и тепла. Указанные процессы проявляются на поверхности планеты в усилении сейсмической активности в указанных зонах. Происходит увеличение частоты и силы землетрясений и усиление вулканической деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметова Г.С. Изменение климата и климатообразующих факторов в 20 веке // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2003. – № 4. – С. 35 – 42.
2. Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. История догм в науках о Земле. – М.: Мир, 1991. – 447 с.
3. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 445 с.
4. Шипов Г.И. Теория Физического вакуума. Новая парадигма. – М.: НТ-Центр, 1993. – 362 с.

Институт географии

#### **ЖЕРДІҢ ФОРМАСЫ МЕН КӨЛЕМІНІҢ АЙНАЛЫМ ӨЗГЕРІСІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ**

Геогр. ғылымд. канд.      Ғ.С. Ахметова

*Жердің айналымының өзгерісінің сейсмикалық белсенділігіне байланысты анализ беріледі.*

УДК 551.585.53

**ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРЕДЛОЖЕНИЕ УТОЧНИТЬ  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ**

Канд. геогр. наук В.В. Голубцов

Опустынивание – сложный и многофакторный процесс, в основном зависящий от изменения климата и хозяйственной деятельности человека. Ученые до сих пор еще не разработали общепринятого определения этого термина [1, 3, 4]. Это обусловлено тем, что географы, климатологи, почвоведы, геологи, гидрологи и другие специалисты в определенной мере вкладывают в понятие «опустынивание» свое понимание, которое, по их мнению, определяет его сущность.

Определение опустынивания согласованное, мировыми лидерами во время встречи на высшем уровне в 1992 году [2] и, принятая в Конвенции по борьбе с опустыниванием гласит: **«Опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека»**. Это определение, приведенное в общем руководстве к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием «Вернемся на землю» по нашему мнению является недостаточно обоснованным и требует уточнения. Если в нем под понятием «земли» подразумевать характеристику земной поверхности, то в этом случае предложенное определение опустынивания является слишком узким и характеризующим лишь состояние ландшафта. Если же это понятие считать синонимом слова «территории», то рассматриваемое определение опустынивания становится еще более непонятным.

Недостаточно обоснованное определение термина «опустынивание» привело к необходимости рассмотрения вопроса о совместной реализации конвенций ООН: Конвенции по борьбе с опустыниванием (КБО), Рамочной Конвенции по изменению климата (РКИК) и Конвенции по биологическому разнообразию (КБР) на семинаре по развитию и оценке элементов планирования синергизма конвенций ООН, проведенном в Казахстане 10 – 13 августа 2004 г. Целью семинара являлось стимулирование процесса достижения, так называемого синергизма, когда при совместном выполнении трех указанных конвенций может быть достигнут общий эф-

фekt, превышающий сумму эффектов от выполнения каждой конвенции в отдельности. При этом такие важные элементы, как изменение состояния поверхностных и подземных вод, на семинаре не рассматривались.

Следует полагать, что опустынивание связано с изменением следующих основных физико-географических характеристик экосистем, преимущественно аридных, полуаридных и субгумидных районов:

- рельефа (состояния земной поверхности);
- климата (в основном режима температуры воздуха и атмосферных осадков);
- поверхностных и подземных вод;
- почвенного покрова;
- растительного покрова;
- животного мира;

Влияние деятельности человека на опустынивание территории в основном проявляется в процессе их сельскохозяйственного и промышленного освоения. Тогда уточненное определение опустынивания можно изложить в следующем виде: **«Опустынивание – это деградация физико-географических характеристик экосистем, преимущественно аридных, полуаридных и субгумидных районов, в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека».**

Такое уточненное определение должно удовлетворить специалистов различного профиля, так как в нем указаны основные факторы, приводящие к опустыниванию, и обозначены в общем виде перечисленные выше физико-географические характеристики природной среды, изменяющиеся при развитии этого процесса. Оно будет способствовать более эффективному комплексному изучению этого явления с целью предотвращения его негативных экономических, социальных и других последствий и повышения экологической безопасности в первую очередь аридных, полуаридных и субгумидных районов нашей планеты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев А.Г., Зонн И.С., Дроздов Н.Н., Фрейкин З.Г. Пустыни. – М.: Мысль, 1986. – 319 с.
2. Лин Джофри. Вернемся на землю. Общее руководство к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. Изд-во Секретариата КБО. – 1995. – 36 с.

3. Международный метеорологический словарь (на русском, английском и французском языках). Изд-во Секретариата ВМО. – Женева. – 1992. – 784 с.
4. Окружающая среда и устойчивое развитие в Казахстане (обзор). Изд-во ПРООН Казахстан. – Алматы. – 2004. – 210 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСШИРЕНИЯ СЕТИ  
МОНИТОРИНГА В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Доктор техн. наук А.Н. Крутов

В начале 90-х годов Всемирным Банком, в сотрудничестве с другими международными финансовыми институтами, в ответ на просьбу правительств стран Центральной Азии, была разработана программа по оказанию помощи, направленной на преодоление экологического кризиса, связанного с исчезновением Аральского моря. Одним из проектов программы\* предусматривалось предоставление помощи Национальным Гидрометеорологическим Службам (НГМС) для восстановления их способности обслуживать водопользователей.

Необходимость предоставления такой помощи была вызвана тем, что после распада Советского Союза страны Центральной Азии не выделяли необходимых средств для поддержания в работоспособном состоянии сети наблюдений. Это привело к массовой потере обученного и квалифицированного персонала, а впоследствии к ухудшению инфраструктуры и надежности гидрометеорологической информации. Ведущую роль в финансировании проекта играло правительство Швейцарии. Оно профинансировало серию проектов по поддержке Национальных гидрометеорологических служб (НГМС) в пяти странах региона. В течение семи лет было реализовано семь проектов на общую сумму в 8 млн. швейцарских франков, направленных, главным образом, на обустройство гидрометеорологических станций, совершенствование системы сбора, обработки и распространения данных, разработку краткосрочных и долгосрочных прогнозов стока в отдельных бассейнах, а также обучение персонала.

Начиная с 2001 года швейцарская финансовая помощь была сосредоточена на развитии регионального сотрудничества среди НГМС, в частности, через проект под названием Региональный Центр Гидрологии. Проект осуществлялся под эгидой региональной, межправительственной организации Международного Фонда Спасения Аральского моря (МФСА) и ее исполнительного органа Исполнительного Комитета (ИК МФСА). Ос-

---

\* – Программа Бассейна Аральского моря – Проект 2.1 – Совершенствование Гидрометеорологических служб в Центральной Азии

новой целью проекта было усиление материально-технической базы и потенциала НГМС. Предполагалось, что посредством реализации мероприятий по развитию потенциала в сборе и обработке информации, совершенствованию прогнозирования гидрометеорологических параметров, усилению сотрудничества между пятью независимыми государствами в области гидрометеорологии и усилению организационного потенциала НГМС и благодаря повышению качества информации касающейся водных ресурсов, проект внесет вклад в устойчивое водопользование в странах Центральной Азии. Проект был реализован Федеральным офисом по водным ресурсам и геологии (ФОВГ) Швейцарии.

После проведения оценки достигнутых результатов [1] Правительство Швейцарии приняло решение о продолжении оказания помощи НГМС и выделило для этой цели 1,9 млн. долларов США. Для подготовки проектного предложения по просьбе Агентства по Развитию Швейцарии НГМС провели обследование состояния и наличия оборудования и программного обеспечения. В Консолидированном отчете НГМС содержатся результаты обследований и рекомендации в отношении развития потенциала и надежности сети станций ГМ в ЦА [2]. Здесь, кроме прочего, подчеркнута необходимость расширения сети наблюдений, поскольку, по общему мнению, сеть гидрологических и особенно метеорологических пунктов контроля не может быть оценена как достаточно плотная. Напротив, и это особенно касается зоны формирования стока, сеть наблюдений чрезвычайно разрежена, что отрицательно сказывается на качестве прогнозов.

Основываясь на полученной информации, было принято решение рекомендовать международным финансовым институтам и НГМС сконцентрировать усилия на восстановлении сети наблюдений и модернизации оборудования. При этом, принимая во внимание ограниченность финансовых ресурсов, возникает задача оснащения максимально возможного числа пунктов контроля для осуществления эффективного мониторинга.

В [2] содержится указание на то, что стоимость оснащения пунктов контроля может быть принята одинаковой. Очевидно, что, несмотря на стандартизацию, стоимость приобретаемого оборудования может меняться от станции к станции. Тем не менее, введение гипотезы о равенстве стоимости приобретаемого оборудования не противоречит позиции НГМС и основных бенефициариев. Тогда, количество оснащаемых пунктов контроля может быть определено как:

$$N_{CT} = R/S_{ICT}$$

где:  $N_{CT}$  – количество пунктов контроля, которые можно оснастить,  $R$  – доступные финансовые ресурсы,  $S_{ICT}$  – стоимость оснащения одной станции.

Очевидно, что в условиях разреженной сети равномерное распределение числа пунктов контроля между НГМС или бассейнами не приведет к решению поставленной задачи – осуществлению эффективного мониторинга. В этом отношении подход, при котором принимается во внимание объем потенциально формируемого стока, а значит, увеличение точности прогноза кажется более приемлемым. В этом случае количество пунктов контроля подлежащих оборудованию должно быть пропорционально объему формируемого в подбассейнах стока.

$$N_0 = N_{CT} \cdot P,$$

где  $N_0$  – число пунктов контроля, подлежащих оборудованию в бассейне,  $P$  – доля объема годового стока, формируемого в подбассейне.

В таблице приведены результаты расчетов количества пунктов контроля, которые необходимо разместить в бассейнах рек, для обеспечения эффективного мониторинга и которые можно оснастить оборудованием в зависимости от его стоимости при условии предоставления 1 млн. долларов США для этих целей.

Таблица

Рассчитанное количество пунктов измерений в бассейнах рек с учетом их годового стока

Бассейн реки, район	Среднегодовой сток	Доля стока	Число станций при стоимости одной станции, тыс. дол. США			
			20	30	40	50
<b>Бассейн р. Амударья</b>						
Пяндж	37,2	0,27	13	9	7	5
Пяндж (Афганская часть)	17,3	0,12	6	4	3	2
Вахш	20,8	0,15	7	5	4	3
Кафирниган	5,89	0,04	2	1	1	1
Кашкадарья	1,41	0,01	1	0	0	0
Заравшан	5,39	0,04	2	1	1	1
Сурхандарья и Шеробад	3,78	0,03	1	1	1	1
<b>ВСЕГО</b>	<b>91,77</b>	<b>0,66</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>13</b>

Бассейн реки, район	Среднегодовой сток	Доля стока	Число станций при стоимости одной станции, тыс. дол. США			
			20	30	40	50
<b>Бассейн р. Сырдарья</b>						
Нарын	13,8	0,10	5	3	2	2
Каркдарья	5,9	0,04	2	1	1	1
Реки северных склонов Ферганской долины	1,2	0,01	0	0	0	0
Реки южных склонов Ферганской долины	4,53	0,03	2	1	1	1
Реки северного склона Туркестанского хребта к западу от Ферганской долины	0,303	0,0	0	0	0	0
Ахангаран	1,22	0,01	0	0	0	0
Чирчик	7,48	0,05	3	2	1	1
Келес	0,21	0,0	0	0	0	0
Арысь	2,02	0,01	1	0	0	0
Реки юго-западного склона хр. Каратау	0,663	0,0	0	0	0	0
<b>ВСЕГО</b>	<b>37,326</b>	<b>0,27</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
<b>Северо-восток Средней Азии</b>						
Талас	2,14	0,02	1	1	0	0
Чу	4,33	0,03	2	1	1	1
<b>ВСЕГО</b>	<b>6,47</b>	<b>0,05</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Туркменистан</b>						
Атрек	0,3	0,0	0	0	0	0
Теджен	0,85	0,01	0	0	0	0
Мургаб	1,68	0,01	1	0	0	0
Реки северных склонов хребта Копетдаг	0,33	0,0	0	0	0	0
<b>ВСЕГО</b>	<b>3,16</b>	<b>0,02</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>138,726</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>20</b>

*Примечание:* Объем стока по данным Консолидированного отчета НГМС.

Очевидно, что, используя такой подход легко определить количество станций для любого бассейна в зависимости от наличия средств и стоимости одной станции. Следует отметить, что для выявления пропорции распределения пунктов контроля в качестве фактора, влияющего на количество пунктов контроля рекомендуемых к оснащению, кроме объема формируемого в бассейне стока могут быть использованы, например,

площади орошаемых земель. Тогда, при прочих равных условиях, распределение будет выглядеть следующим образом:

Площадь орошаемых земель (га)	Доля орошаемых земель	Число станций при стоимости одной станции, тыс. дол. США			
		20	30	40	50
<b>Бассейн р. Сырдарьи</b>					
36000000	0,43	22	14	11	9
<b>Бассейн р. Амударьи</b>					
4832000	0,57	28	19	14	11
<b>ВСЕГО</b>					
8432000	1	50	33	25	20

*Примечание:* Площади орошаемых земель приняты по данным [3].

Для анализа эффективности использования ограниченных средств могут быть использованы и другие факторы, но объем формируемого стока, пожалуй, является наиболее важным среди других.

Согласно [2], предложения НГМС по оснащению приоритетных станций отличаются от полученных выше. Так, всего предполагается оснастить 121 пункт контроля. Из общего числа пунктов 82 располагаются в бассейне реки Сырдарьи и 39 в бассейне реки Амударьи. При этом, предполагая, что общестроительные работы будут выполняться за счет средств НГМС, стоимость оснащения одной станции может составить 20 тыс. долларов США, а затраты на приобретение оборудования 2,42 миллиона долларов США. Если же сократить число станций пропорционально выделяемой Швейцарским правительством сумме, то количество первоочередных пунктов контроля подлежащих восстановлению составит: в бассейне реки Сырдарьи – 34, а бассейне реки Амударьи – 16. Такое распределение пунктов контроля, по-видимому, основано на других не рассмотренных здесь факторах. Однако, принимая во внимание необходимость повышения надежности прогнозов, следует признать, что доминирующим фактором все же остается объем формируемого в бассейне стока.

#### Вывод

При принятии решения о количестве пунктов контроля и их размещении на территории бассейна необходимо учитывать факторы, оказывающие влияние на эффективность функционирования системы гидрометеорологических наблюдений. В этом отношении опыт, накопленный в рамках выполнения международных проектов, в том числе при участии

международных финансовых институтов, показал необходимость всесторонних оценок эффективности использования средств, в том числе учета экономических факторов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет Швейцарской Миссии по Надзору. – Ташкент/Берн. – 2003.
2. Консолидированный Отчет НГМС. – Ташкент. – 2004.
3. WARMIS Data Base, Отчет Naskoning по проекту Аральское море – Управление водными ресурсами и солями. – Ташкент. – 2003.
4. World Development Indicators. – World Bank. – 2003.

Исполнительный комитет Международного фонда спасения Арала

УДК 577.4: 687.1

### ТІГІН ӨНДІРІСІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ИНТЕГРАЛДЫ БАҒАСЫ

А.Е. Жаскиленова

Техн. ғылымд. докторы Т.О. Омарбекұлы

*Бұл мақалада тігін фабрикасының жұмыс істеу өндірісінің экологиялық қауіпсіздігінің интегралды бағасы есептелген.*

Тігін өндірісінің қондырғылары мен қажетті қосалқы цехтарының бүгінгі күнгі экологиялық мәселелерін шешу негізгі үш топтан тұрады:

- жұмыс аймағындағы атмосфераға тасталынған зиянды заттардан, және тігін өндірісі өнімінен ауаны тазарту;
- өндіріс қоқыс қалдықтарын және құралу көлемін талдау;
- тігін өнімін экологиялық сертификаттау.

Бірінші топқа материалдарды пішу, отын жағатын қосалқы қазандықтар, ластанудың дәрежесін бағалау және жұмыс аймағының ауасын өнімді жылу-ылғалды өңдеу бойынша тазалау және тағы басқа құрамдармен талдауға байланысты мәселелер жатады. Сондықтан экологиялық қауіпсіздігінің интегралды бағасының мәселесін тігін өндірісі ауасының ластануы бойынша сәкесті шешімі болып табылады. Тігін өндірісіндегі нақты экологиялық қауіпсіздігінің интегралды бағасы күрделі, көп шартты есеп. Аталған шартты жүзеге асыру үшін алдымен жүйелік мониторингі (аспапты бақылау және оларды өңдеу), тиімді әдісті таңдау және сараптау бағасын жүргізу керек.

Экологиялық қауіпсіздігі интегралдық коэффициентінің үлгісін ендіру арқылы жұмыста тігін өндірісі экологиялық қауіпсіздігінің интегралды бағасының негізгі ұстамы қарастырылады. Экологиялық қауіпсіздіктің интегралдық коэффициенті бір зиянды затқа қалай анықталса, бір топ зиянды заттарға, болмаса өндіріске де солай анықталады. Бұл мәселеде

биосфераның кез келген: атмосфера (ауа қабығы), гидросфера (су қабығы), литосфера компоненттері экологиялық қауіпсіздік бағасы (ЭҚИК) кешенді болып келеді.

Аверьяновтың белгілі формуласына сүйене отырып, бірнеше зиянды заттар әрекетінің сапалы баға жиынтығы үшін арналған химиялық өзара әрекеттеспейтін келесі түрде экологиялық қауіпсіздік интеграл коэффициентін еңгіземіз.

$$\mathcal{E}_\sigma = \sum_I^n \frac{\beta_i}{\sum_I^n (\alpha_i - 1)}, \quad (1)$$

$$\beta_i = \frac{C_{m.p.i} - C_{c.c.i}}{C_{\phi.i}}, \quad (2)$$

мұнда 
$$\alpha_i = \frac{C_{m.p.i}}{C_{c.c.i}}, \quad (3)$$

мұндағы  $C_{m.p.i}, C_{c.c.i}$  –  $i$ -інші зиянды заттың сәйкесінше барынша көп бір жолғы және орташа тәуліктік шекті мүмкін концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>;  $C_{\phi.i}$  – зиянды заттардың  $i$ -інші нақты концентрациясы.

Нақты концентрациясы (1) теңдеуді талдау барысында келесі қорытынды шығады. Экологиялық қауіпсіздіктің интегралдық коэффициенті қамту өлшеу аймағындағы зиянды заттардың нақты табиғи ортадағы қауіпті аймақтың қаншалықты көп немесе аз екендігін көрсетеді. Ол бірліктен қаншалықты көп болса, соншалықты аз болуы мүмкін.  $C_{\phi.i} = 0$  болғанда интегралдық коэффициент қауіпсіздікке ұмтылады, яғни зерттелетін аймақтың фондық (бір түсті) концентрациясы зиянды заттардың толық жоқтығы көрінеді.  $C_{\phi.i} = C_{ce}$  коэффициент бірге тең,  $C_{\phi.i} < C_{ce} = C_{mr}$  бірден кем болады.

Экологиялық қауіпсіздіктің интегралдық коэффициенті бірден кем болған жағдайда, экологиялық қауіптілігін бір шамасында тәуекел аймақты болады, ал егер бірден үлкен болса – экологиялық жағдайдың қанағаттанарлық жағдайын көрсетеді. Аталған тұжырымды экологиялық шкалада интегралдық коэффициентті көрсетуге болады.



*Сур. Экологиялық жағдайдың өлшемдері.*

Тігін өндірісіне арналған экологиялық қауіпсіздік интегралдық коэффициентінің есептік санының нақты үлгісін қарап шығамыз.

Тігін өндірісіндегі ауаны ластаушылардың негізгілері болып: формальдегид, көміртегі оксиді, азот оксиді, тоқыма шаңы, этилацетат, иісті газ келеді. Олардың барынша біркүндік және бір тәуліктік шамасына сай шоғырлануы [1, 2].

Зиянды заттардың нақты тасталынадын көлемі 2ТП-тігін өндірісі ауасының есебінен алынған. Зиянды заттардың нақты ең көп мәнінің шоғырлануы (2.1) теңдеуінің көмегімен  $C_{фи}$  (мг/м<sup>3</sup>) мәні [2] теңдеуде келтірілгендей есептелінеді. ЭҚИК есебінің шешімі кестеде келтірілген.

Кесте

Экологиялық қауіпсіздік интеграл коэффициентінің шешімі

№ п/п	Зиянды заттар	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Нақты тұжырымдама, мг/м <sup>3</sup>	Қауіптілік классы	$\alpha$	Экологиялық интегралдық қауіпсіздік коэффициенті	
		орташа тәуліктік	барынша көп бір жолғы				әр затқа $E_i$	кешенді $E_6$
1	Көміртегі оксиді	3,0	5,0	3,2	4	1,6	0,94	
2	Күкірт диоксиді	0,05	0,5	0,04	3	10	1,25	
3	Азот диоксиді	0,04	0,085	0,03	2	2,1	1,3	
4	Формальдегид(булары)	0,09	0,035	0,009	1	12	0,33	0,824
5	Этилацетат (булары)	0,1	0,12	0,2	1	1,0	0,5	
6	Бензин (булары)	1,5	5,0	1,2	4	3,4	1,25	
7	Органикалық шаң	0,4	0,5	0,52	1	1,2	0,77	
						5		

Кестеден тігін өндірісінің ішіндегі санитарлы сақтау аймағының жұмыс тәртібінің экологиялық жағдайы тәуекел аймаққа

жақын және кейбір бөліктерінде санитарлы сақтау аймағының (ССА) қауіпті екенін көреміз. Жоғарыда айтылғандай экологиялық жағдайның деңгейі бойынша ЭҚИК (1, 2, 3) теңдеулері әмбебап, оның мәні кез-келген зиянды заттарға тікелей, аймаққа және өнеркәсіпке де солай анықталады. Зерттелген аудандағы зиянды заттардың өлшемдерінің жоғарлауын жүзеге асырады, ЭҚИК техногендік жүктеме көзімен байланысы болмайды. Бұл жағдайда ауданның экологиялық жағдайы анықталады. Алдында айтылғандай ЭҚИК-ті тастау көзімен байланыстыруға болады, бұл жағдайда техногенді аймақтың қоршаған ортаға деген әсерін бағалауға болады. ЭҚИК зерттелетін ауданның картасында оқшау сызық түрінде кескінделіп және оқуға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Музалевский А.А Информационные обеспечение системы контроля состояние окружающей среды для управления экологически безопасным развитием. // Инженерная экология. – 1996. – №3. – С. 124-131.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 68 с.
3. Мазур И.И. и др. Инженерная экология. – М.: Высшая школа, 1996. – Т.2. – 655 с.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

#### **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

А.Е. Жаскиленова

Доктор техн. наук Т.О. Омарбекулы

*Рассмотрены интегральная оценка экологической безопасности швейного производства.*

УДК 551.461. (465.75)

### ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ШАҢЫТҚАН ТОПЫРАҚ БЕТТЕРІН БЕКІТУГЕ ҚОЛДАНУ

Техн. ғылымд. докторы М.І. Жәркенов  
Қ.Т. Шынбергенова  
Т.М. Алменов

*Мақалада қалдық қоймалары және таужыныстары үйінділерінің шаңытқан беттерін бекітпелеуге өндірістік қалдықсыз технологияны жасап қолдану қарастырылады. Жезқазған өнеркәсіп аймағының кәсіпорындарында осы технологияның экологиялық және экономикалық көзқарастар бойынша біраз ұсыныстарының өте тиімді екені дәлелденіп келтірілген.*

Қоршаған ортаны өнеркәсіптік кәсіпорындардың лақтырыстарының зиянды әсерлерінен қорғаудың аса маңызды түрі «қалдықсыз технология» болып табылады. Өндірісті қалдықсыз технологияға толық көшіру ең жаңа ғылыми техникалық жетістіктерді пайдалануға негізделген аса күрделі технологиялық, конструкторлық және ұйымдастыру мәселелерінің үлкен кешенін шешуді талап етеді.

Сондықтан, қалдықсыз технологияны өндіріске жан-жақты енгізуге өнеркәсіп кәсіпорындарын экологияландырудың төмендегі маңызды бағыттарын қарастыру керек.

1. Қоршаған ортаға қоспалар мен қалдықтардың аз деңгейлі лақтырыстары бар технологиялық процестерін және жаңа қондырғыларын зерттеп табу.
2. Уытты қалдықтарды залалсыздандыру.
3. Өңделмейтін қалдықтарды қайта өңделетіндерге алмастыру.
4. Қоршаған ортаны қорғаудың жаңа әдістерін қолдану.

Қарастырылып отырған №1 және №2 Жезқазған байыту фабрикаларының осы бағыттарда кейбір сәтті жұмыс тәжірибелері бар.

Қазіргі уақытта байыту фабрикаларының түсіргіш науалары бойымен қалдық қоймасына Жезқазған кен-металлургия комбинатының көптеген зиянды лақтырыстары мен ағындылары барып түседі:

1. Қалалық шаруашылық – ағынды суларын тазалайтын кондырғылардың құрамында көп мөлшердегі сүзбе заттары бар қойыртпалары.
2. Құрамында күкірт қышқылы өндірісінің, мыс электролизінің, компрессорлық стансасының, мазут шаруашылығының ағындылары, зауыттың барлық өнеркәсіптік жуынды сулары.
3. Күю механикалық зауытының және байыту фабрикаларының Қаракеңгір өзеніне бұрыннан түсіріліп келген көлемі 100...150 м<sup>3</sup>/сағ болатын өнеркәсіптік канализациялық ағындылары.
4. Жезқазған жылу орталығының 1000...1100 м<sup>3</sup>/сағ көлемдегі су, күл – қоқыс қалдықтары.

Ескі қалдық қоймасындағы байыту қалдықтары жер асты кеніштерінде қазып алынған кеңістіктерді толтыруға пайдаланылады. Қазіргі уақытта жер асты кеңістіктерін және ашық тоқтап тұрған карьерлерді толтыру үшін, байыту қалдықтарын кеніштерге толық қайтару туралы жоба талқылануда. Жезқазған кен байыту фабрикасында Жезқазған мыс қорыту зауытының үйінді шлактарын қайта өңдеу және олардан мыс концентраттарын қосымша бөліп алу технологиясы игерілген.

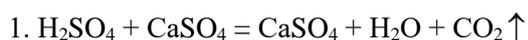
Бір уақытта өңдеуге жарамсыз делініп жинақталған тотықты кендер үйінділері №1 және №2 байыту фабрикаларында қайта өңдеуге тартыла бастады, оларды флотациялауға фабрикада арнайы жетілдірілген технология зерттеліп табылды.

Қосымша металл шығару мақсатымен қалдықтарды қайтадан пайдалану, бір жағынан олардың үйінділерінің қоршаған ортаға тигізетін кері әсерін азайту қажеттілігі де себеп болған. Қазіргі уақытта негізгі технологиялық шешімдерді сақтай отырып, тұйық иірімді айналымдар жасауға үлкен назар аударылуда. Көптеген жылдар бойы қалыптасқан Жезқазған өнеркәсіп алаңдарындағы «Қазақмыс» корпорациясының кәсіпорындарында іс жүзіндегі ағындысыз жүйесін пайдалануды ұтымды мысал ретінде айтуға болады. Байыту технологиялық процестерінің, айналымды судың сапасының және қалдық қоймасының мүмкіндіктерінің өзара байланыстылығын жіктеп жан-жақты зерттеу оның сиымдылығын арттыруға, іс жүзінде барлық өнеркәсіптік кәсіпорындарының пайдаланылған ағынды суын жинау үшін қолдану мәселесін оңынан шешуге мүмкіндік берді.

Өндірістік қажеттілік және экологиялық талаптар мыс қорыту зауытының қоршаған ортаға зиян келтіретін күкірт қышқылы

лақтырыстарының бір бөлігін №1 және №2 Жезқазған байыту фабрикасының қалдық қоймасына бейтараптандырып түсіруді керек етеді. Алайда, күкірт қышқылын таза түрінде қалдық қоймасына тастауға болмайды, сондықтан №1 және 2 Жезқазған байыту фабрикасында мысты кендерді байыту технологиясында қайта пайдаланылатын айналымды сулардың сапасын сақтау үшін және кен байытудың технологиялық көрсеткіштерінің төмендемеуі үшін, қалдық қоймасына жібермей тұрып күкірт қышқылын бейтараптандыру ұсынылды.

Күкірт қышқылын әктас ұлпасының суспензиясымен бейтараптандыру процесінің негізінде келесі химиялық әрекеттесулер болады:



Бұл әрекеттесулер барысында күкірт қышқылының еруінен жылу бөлінеді. Жылудың бір бөлігі гипстің қалыптасу әрекетімен жұтылады.

Күкірт қышқылының бейтараптандыруында бөлінетін жалпы жылудың мөлшері 640 КДж/кг  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тең. Шығып кететін газдардың 30 °С температурасында бұл 0,26 м<sup>3</sup>/кг құрайды.

Күкірт қышқылын бейтараптандыру өнімдері сульфатты суспензия және әрекеттеспей қалған әктас қалдығы болып табылады.

Фабриканың қалдықтары қойрытпасымен бірге қалдық қоймасына түскен сульфатты суспензия қалдық қоймасының шаңытқан беттеріндегі шаңды басып, біріктіру үшін экологиялық және экономикалық жағынан тиімді тұтқыр зат ретінде ұсынылады. Зерттеулердің нәтижелері көрсетіп отырғандай, сульфатты суспензия қалдық қоймасының құрғақ жағажайларында кепкен кезде тұтқырлағыш зат – гипске тән қасиеттерге ие болып отыр.

Бұл зат физикалық қасиеті жағынан жұмсақ, меншікті салмағы 2,32 г/см<sup>3</sup>, суда аздап ериді. Егер ауаның температурасы 32...40 °С болған жағдайда тез ериді. Шаңытқан беттерге жайылып аққан кезде тез арада қатайып, тегіс қатты қабық пайда болады.

Гипстік қоспамен бекітілген қабаттың желден эрозиялануға беріктігін анықтау үшін аэродинамикалық құбырда зерттеулер жүргізілді. Егер гипстік қоспамен бекітілген үлгілердің қысылуға беріктігі бекітілмеген үлгілермен салыстырғанда 2,5...3,0 есе артық болса онда жылдамдығы 15 м/с ауа ағысының ұзақ әрекет етуінен беттердің үрленбейтіндігі анықталды. Осы оңтайлы қасиеттерін ескеріп, бұл

қоспаны қалдық қоймасының және таужыныстары үйінділерінің шаңытқан беттерін бекіту үшін ұсынып отырмыз.

Кен байыту технологиясын әрдайым жетілдірудің арқасында, Жезқазған байыту фабрикалары жалпы тұтынатын суының 90 %-ын қалдық қоймасының суы құрайды. Ал, су қоймасынан тұтынылатын таза су тек 10 %-ын құрайды. Осы жағдайларда мысты сульфидті кендерді байытудың жоғарғы көрсеткіштері сақталып алынған. Кеннің құрамындағы мыстың әрдайым кемуіне қарамастан мысты бөліп алу дәрежесі 90...92 %-ды құрайды. Ал, тауарлық мыс концентратының құрамындағы мыс 37...38 %, бұл отандық және шетелдік үздік кәсіпорындардың деңгейіне сәйкес келеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан Республикасының 2004-2015 жылдарға арналған экологиялық қауіпсіздігі тұжырымдамасы.
2. Михайлов В.А., Бересневич П.В. Борьба с пылью в рудных карьерах. – М.: Недра, 1981.
3. Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности. // Под ред. А.С. Кузмича. М.: Недра, 1982.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева

#### **ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПЫЛЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГРУНТОВ**

Доктор техн. наук

М.И. Жаркенов

К.Т. Шынбергенова

Т.М. Алменов

*В статье рассматривается разработка и использование безотходных технологии производства для закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ и горных отвалов. Приведены ряд мероприятий, которые являются с экологической и экономической точки зрения эффективным при использовании данной технологии на предприятиях горно-металлургической промышленности Жезказганского региона.*

УДК 551.482(574)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА РАСХОДОВ  
ВОДЫ ИЗМЕРЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПОПЛАВКОВ**

Канд. техн. наук Т.И. Нарбаев  
К.Т. Нарбаева  
Марс Нарбаев  
Г.К. Исмаилова  
М.Т. Нарбаев

*В результате анализа существующих материалов и проведенных натурных исследований предложены формулы для определения средней скорости в живом сечении и расхода воды в открытых русловых потоках.*

Измерение расхода поверхностными поплавками производят в случае неисправности или отсутствия вертушки и, кроме того, в тех случаях, когда использовать вертушку оказывается невозможным. Например, при ледоходе, молевом сплаве, а также при аварийном состоянии гидрометрической переправы. При ледоходе поплавками могут служить приметные льдины, при лесосплаве бревна. Поплавки находят широкое применение при измерении расходов воды аэрометодами.

Измерению расходов воды поверхностными поплавками посвящены многочисленные исследования [1...5] и др. В частности в перечисленных работах величина фиктивного расхода воды вычисляется по следующей формуле:

$$Q_{\phi} = kV_1\omega_0 + ((V_1 + V_2)/2)\omega_1 + \dots + ((V_{n-1} + V_n)/2)\omega_{n-1}kV_n\omega_n, \quad (1)$$

где  $Q_{\phi}$  – величина фиктивного расхода, м<sup>3</sup>/с;  $V_1, V_2, \dots$  – средние скорости на вертикалях, м/с;  $\omega_0$  – площадь живого сечения между берегом и первой скоростью вертикалью, м<sup>2</sup>;  $\omega_1$  – площадь живого сечения между первой и второй вертикалями, м<sup>2</sup>;  $\omega_n$  – площадь живого сечения между последней скоростной вертикалью и берегом (или границей мертвого пространства), м<sup>2</sup>;  $k$  – эмпирический коэффициент, величина которого для различных случаев принимается следующей:

пологий берег с нулевой глубиной на урезе –	$k = 0,7$ м;
обрывистый берег или неровная стена –	$k = 0,8$ м;
гладкая стена –	$k = 0,9$ м;
наличие мертвого пространства –	$k = 0,5$ м.

Тогда величина действительного расхода воды определяется по выражению:

$$Q = k_1 Q_{cp}, \quad (2)$$

где  $k_1$  – переходной коэффициент от фиктивного расхода к действительному.

Величину переходного коэффициента часто выражают формулой:

$$k_1 = V_{cp} / V_{нов}, \quad (3)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость в живом сечении, м/с;  $V_{нов}$  – средняя поверхностная скорость, м/с.

Если измерение расхода воды производили поплавками, запускаемыми только на стержень реки, то величину переходного коэффициента можно выразить формулой:

$$k_2 V / V_{max}, \quad (4)$$

где  $V_{max}$  – наибольшая поверхностная скорость течения, м/с.

Переходные коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$  определяют по данным одновременных измерений расхода вертушкой и поплавками [1...5].

Ориентировочные данные о величинах переходных коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$  заимствованных из работ [2, 3, 4] приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения переходных коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$

Характеристика русла (поймы)	Параметр	Средняя глубина, м		
		<1	1...5	>5
Русла прямые, чистые земляные (глина, песок), галечные, гравийные	$k_1$	0,80	0,84	0,86
	$k_2$	0,64	0,66	0,67
Русла извилистые, частично заросшие травой. Поймы, сравнительно разработанные с растительностью (травя, редкий кустарник)	$k_1$	0,75	0,80	0,83
	$k_2$	0,60	0,63	0,65
Русла и поймы значительно заросшие с глубокими промоинами	$k_1$	0,65	0,74	0,80
	$k_2$	0,55	0,59	0,62
Поймы сплошь лесные, таежные	$k_1$	0,57	0,69	0,75
	$k_2$	0,46	0,56	0,60

Из соотношения (3) и (4) можно записать:

$$k_1 V_{нов} = k_2 V_{max}. \quad (5)$$

Отсюда

$$V_{нов} = (k_2 / k_1) V_{max}. \quad (6)$$

Чтобы установить отношение  $k_2/k_1$  воспользуемся данными табл. 1.

Таблица 2

Установление отношения  $k_2/k_1$ 

Характеристика русла (поймы)	Отношение	Средняя глубина, м		
		<1	1...5	>5
Русла прямые, чистые земляные (глина, песок), галечные, гравийные	$k_2/k_1$	0,80	0,79	0,78
Русла извилистые, частично заросшие травой. Поймы, сравнительно разработанные с растительностью (травы, редкий кустарник)	$k_2/k_1$	0,80	0,79	0,78
Русла и поймы, значительно заросшие с глубокими промоинами. Русла извилистые, сложенные из крупных валунов. Поймы со сложными косоструйными течениями	$k_2/k_1$	0,84	0,80	0,78
Поймы сплошь лесные, таежные	$k_2/k_1$	0,81	0,81	0,80
Средние		0,81	0,80	0,79

На основании табл. 2 и формулы (6) можно записать:

$$V_{нов} \cong 0,8V_{max}. \quad (7)$$

Для подтверждения приведенного выражения, на р. Талас ниже таласской плотины на специально оборудованном подвесном гидрометрическом мостике в течении ряда лет проводились натурные исследования.

Чтобы измерить скорость течения воды поплавками выше и ниже подвесного гидрометрического мостика на равных расстояниях разбивались дополнительно два створа с таким расчетом, чтобы продолжительность хода поплавков между верхним и нижним створами была не менее 20 секунд [1, 5]. Расстояние между верхним и нижним створами измерялись стальной лентой в два хода. В 5...10 м выше верхнего створа разбивался пусковой створ, служащий для запуска поплавков.

Измерения скоростей течения поплавками производились в следующей последовательности:

1. На пусковом створе забрасывались в р. Талас последовательно 20...25 поплавков, поплавок пускался из восьми – десяти мест по ширине реки так, чтобы через подвесной гидрометрический мостик они проходили группами по две – три штуки;
2. При прохождении каждого поплавок через створы, наблюдатели давали сигналы. Продолжительность хода каждого поплавок от верхнего до нижнего створа определялись по секундомеру;

3. На подвесном мостике в момент пересечения его поплавками отмечалось расстояние от постоянного начала до поплавок в створе, для этого ниже мостика был натянут размеченный через метр шпагат.

При измерении максимальной поверхностной скорости порядок и состав работ оставался тот же, но со следующими изменениями:

1. Поплавки забрасывались только на стержень р. Талас, где наблюдалась максимальная скорость течения;
2. Количество поплавков уменьшали до 5...10;
3. Положение поплавков на подвесном гидрометрическом мостике не определялось;
4. Из всех запущенных поплавков отбирались три поплавок с наименьшей продолжительностью хода.

Далее определялась средняя скорость живого сечения р. Талас в створе подвесного гидрометрического мостика с помощью вертушки.

После проведенных массовых измерений скорости течения воды установлены следующие предельные значения отношения  $k_2/k_1 = 0,78...0,83$ . Сравнительные расчеты с приведенными данными табл. 1 и 2 дают близкие результаты. Расхождение не превышает 3...4 %, что вполне допустимо в водохозяйственных и водно-энергетических расчетах.

Тогда, используя формулу Г.В. Железнякова [2]:

$$V = 0,5(3V_{нов} - V_{max}) \quad (8)$$

устанавливается средняя скорость живого сечения, при измерении распределения скоростей по ширине потока:

$$V = 0,875 \cdot V_{нов} \quad (9)$$

при измерении максимальной скорости:

$$V = 0,7 \cdot V_{max} \quad (10)$$

При этом расход воды в открытых русловых потоках можно определить: при измерении распределения скоростей по ширине потока

$$Q = 0,875 \cdot \omega \cdot V_{нов} \quad (11)$$

при измерении максимальной скорости

$$Q = 0,7 \cdot \omega \cdot V_{max}, \quad (12)$$

где  $\omega = \omega_0 + \omega_1 + \dots + \omega_n$  – площадь живого сечения реки, м<sup>2</sup>.

Предложенные формулы ускоряют определение расходов воды, измеренных поплавками в открытых русловых потоках, не снижая при этом точности расчетов.



УДК 551.510.42

**О СОСТОЯНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В 3 КВАРТАЛЕ 2004 ГОДА**

Канд. геол.-мин. наук

Е.Ж. Муртазин

Н.У. Бултеков

*Информация о состоянии загрязнения окружающей среды подготовлена по результатам работ, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы.*

**1 Состояние загрязнения воздушного бассейна**

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. Перечень подлежащих контролю загрязняющих веществ установлен с учетом объема и состава выбросов в атмосферу и результатов предварительного обследования загрязнения воздушного бассейна в конкретном населенном пункте.

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [1, 2]. Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности [3].

**В 3 квартале 2004 г.** наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводились в 20 населенных пунктах республики: Актау, Актобе, Алмате, Астане, Атырау, Балхаше, Жезказгане, Костанае, Караганде, Павлодаре, Петропавловске, Риддере, Семипалатинске, Таразе, Темиртау, Уральске, Усть-Каменогорске, Шымкенте, Экибастузе и пос. Глубокое (Восточно-Казахстанская область).

В течение квартала зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения атмосферного воздуха – максимальная концентрация диоксида серы в г. Балхаше превышала ПДК в 10...12 раз (Табл. 1.1).

Наибольший уровень загрязнения атмосферного воздуха отмечался в г. Шымкенте (ИЗА<sub>5</sub> = 15,1), г. Алмате (ИЗА<sub>5</sub> = 13,7) и г. Караганде (ИЗА<sub>5</sub> = 13,6) (Табл. 1.2).

Таблица 1.1

Сведения о случаях высокого загрязнения атмосферного воздуха

Город	Примесь	Число, месяц	Время	№ПНЗ	Концентрация	
					мг/м <sup>3</sup>	кратность превышения ПДК
Балхаш	Диоксид серы	7 сентября	07 час	№4	5,300	10,6
		20 сентября	13 час	№3	5,444	10,9
		20 сентября	13 час	№4	6,451	12,9

Таблица 1.2

Загрязнение воздушного бассейна городов Казахстана в 3 квартале

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
Актау	4,9	Пыль	0,3	2,0	2,6	5,2	17
		NO <sub>2</sub>	0,04	1,0	0,23	2,7	3
Актобе	9,6	Пыль	0,1		0,7	1,4	0,4
		СО	1		11	2,2	2
		NO <sub>2</sub>	0,06	1,5	0,27	3,2	13
		Формальдегид	0,014	4,7	0,025		
Алматы	13,7	Пыль	0,1		0,7	1,4	1
		СО	2		17	3,4	1
		NO <sub>2</sub>	0,08	2,0	0,19	2,2	30
		Формальдегид	0,017	5,7	0,062	1,8	7
Астана	3,3	Пыль	0,2	1,3	1,7	3,4	8
		NO <sub>2</sub>	0,04	1,0	0,16	1,9	7
		NF	0,002		0,023	1,2	0,7
Атырау	2,2	Пыль	0,2	1,3	0,7	1,4	
Балхаш	3,3	Пыль	0,2	1,3	0,8	1,6	0,6
		SO <sub>2</sub>	0,097	1,9	6,451	12,9	4
		NO <sub>2</sub>	0,02		0,17	2,0	1
пос. Глубокое	3,5	NO <sub>2</sub>	0,02		0,23	2,7	1
		Фенол	0,001		0,011	1,1	0,4
Жезказган	5,3	Пыль	0,4	2,7	1,1	2,2	5
		Фенол	0,005	1,7	0,016	1,6	3
Караганда	13,6	Пыль	0,2	1,3	1,0	2,0	6
		NO <sub>2</sub>	0,06	1,5	0,25	2,9	15
		Фенол	0,006	2,0	0,021	2,1	5

Пункт	ИЗА <sub>5</sub>	Примесь	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Р, % выше ПДК
			мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратно ПДК	
		<i>Формальдегид</i>	0,013	4,3	0,046	1,3	0
Костанай	3,7	<i>СО</i>	3	1,0	9	1,8	23
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,06	1,5	0,24	2,8	7
Павлодар	1,1	<i>СО</i>	1		9	1,8	1
		<i>HCl</i>	0,05		0,69	3,5	6
Петропавловск	4,8	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,04	1,0	0,11	1,3	0,9
		<i>Формальдегид</i>	0,006	2,0	0,011		
Риддер	7,2	<i>SO<sub>2</sub></i>	0,083	1,7	0,147		
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,07	1,8	0,15	1,8	24
		<i>Фенол</i>	0,005	1,7	0,012	1,2	1
Семипалатинск	4,1	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	0,6	1,2	0,4
		<i>СО</i>	4	1,3	10	2,0	15
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,18	2,1	5
		<i>Фенол</i>	0,003	1,0	0,013	1,3	2
Тараз	7,8	<i>NH<sub>3</sub></i>	0,04	1,0	0,16		
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,05	1,3	0,16		
		<i>Формальдегид</i>	0,009	3,0	0,041	1,2	0,3
Темиртау	8,5	<i>Пыль</i>	0,2	1,3	1,4	2,8	4
		<i>Фенол</i>	0,010	3,3	0,045	4,5	38
		<i>NH<sub>3</sub></i>	0,05	1,2	0,19	1,0	
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,18	2,1	2
Уральск	0,7	<i>NO<sub>2</sub></i>	0,03		0,10	1,2	1
Усть-Каменогорск	6,9	<i>Пыль</i>	0,1		1,3	2,6	2
		<i>SO<sub>2</sub></i>	0,129	2,6	2,851	5,7	2
		<i>СО</i>	2		8	1,6	0,9
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,04	1,0	0,38	4,5	13
		<i>Фенол</i>	0,002		0,038	3,8	2
		<i>Хлор</i>	0,04	1,4	0,21	2,1	4
		<i>Формальдегид</i>	0,003	1,0	0,024		
Шымкент	15,1	<i>Пыль</i>	0,4	2,7	1,3	2,6	9
		<i>СО</i>	3	1,0	11	2,2	3
		<i>NO<sub>2</sub></i>	0,05	1,3	0,22	2,6	10
		<i>H<sub>2</sub>S</i>	0,003		0,001	0,11	0,2
		<i>NH<sub>3</sub></i>	0,06	1,5	0,25	1,3	0,6
		<i>Формальдегид</i>	0,016	5,3	0,047	1,3	0,3
Экибастуз	1,2	<i>Пыль</i>	0,02		0,12	1,4	0,4

Наибольшие средние концентрации взвешенных веществ (пыли) наблюдались в г. Шымкенте и г. Жезказгане – 2,7 ПДК, в г. Актау 2 ПДК, в г. Атырау, г. Астане, г. Темиртау, г. Караганде и г. Семипалатинске составили 1,3 ПДК. В г. Актау наблюдалась максимальная из разовых концентраций пыли – 5 ПДК, в г. Астане – 3 ПДК, в г. Жезказгане, г. Усть-

Каменогорске, г. Караганде, г. Темиртау и г. Шымкенте – 2 ПДК, в г. Актобе, г. Алматы, г. Атырау, г. Балхаше и г. Семипалатинске – 1 ПДК.

Средние за квартал концентрации **диоксида серы** в г. Семипалатинске превышали 2 ПДК, в г. Балхаше и г. Риддере – 1 ПДК. В г. Балхаше отмечена максимальная из разовых концентраций диоксида серы она достигала 12,9 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 5,7 ПДК.

Средний уровень загрязнения воздуха **оксидом углерода** в г. Семипалатинске составил 1,3 ПДК, в г. Костанайе и г. Шымкенте – 1 ПДК. В г. Алматы зарегистрирована максимальная из разовых концентраций оксида углерода – выше 3 ПДК, в г. Семипалатинске, г. Актобе и г. Шымкенте – выше 2 ПДК, в г. Костанайе, г. Павлодаре и г. Усть-Каменогорске – выше 1 ПДК.

Средняя за квартал концентрация **диоксида азота** в городах Актау, Алматы, Шымкенте, Актобе, Караганда, Костанай, Риддер, Астана, Усть-Каменогорск, Петропавловск и Тараз находилась в пределах 1...2 ПДК. Максимальная из разовых концентраций диоксида азота в г. Усть-Каменогорске превышала 4 ПДК, в г. Актобе – 3 ПДК, в г. Актау, г. Алматы, г. Балхаше, г. Караганде, г. Костанайе, г. Семипалатинске, г. Темиртау, г. Шымкенте и пос. Глубокое – 2 ПДК, в г. Астане, г. Петропавловске, г. Таразе, г. Экибастузе, г. Риддере и Уральске – 1 ПДК.

Высокий уровень загрязнения воздуха **формальдегидом** (более 5 ПДК) наблюдался в г. Алматы и г. Шымкенте. Средняя концентрация формальдегида в г. Актобе и г. Караганде составили 4 ПДК, в г. Таразе – 3 ПДК, в г. Петропавловске – 2 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 1 ПДК. В г. Шымкенте, г. Караганде, г. Алматы и г. Таразе зарегистрирована максимальная из разовых концентрации формальдегида выше 1 ПДК.

Средние концентрации **фенола** в г. Темиртау составили 3,3 ПДК, в г. Жезказгане, г. Караганде, г. Риддере и г. Семипалатинске находилась в пределах 1...2 ПДК. В г. Темиртау зарегистрирована максимальная из разовых концентраций фенола более 4 ПДК, в г. Усть-Каменогорске – 3 ПДК, в г. Караганде – 2 ПДК, в г. Жезказгане, г. Риддере, г. Семипалатинске и пос. Глубокое – 1 ПДК.

В г. Усть-Каменогорске содержание **хлора** превышало 1 ПДК, максимальная из разовых – 2 ПДК.

В г. Темиртау и г. Шымкенте среднемесячная концентрация **аммиака** превышала 1 ПДК, максимальная из разовых концентраций более – 1 ПДК отмечена в г. Шымкенте.

В г. Павлодаре зарегистрирована максимальная из разовых концентраций **хлористого водорода** более 3 ПДК, **фтористого водорода** в г. Астане и **сероводорода** в г. Шымкенте – 1 ПДК.

В сравнении со 2 кварталом 2004 г. в городах Актау, Актобе, Жезказган, Атырау, Костанай, Павлодар, Петропавловск, Риддер, Семипалатинск, Тараз, Уральск, Усть-Каменогорск, Шымкент, Экибастуз и пос. Глубокое состояние загрязнения атмосферного воздуха существенно не изменилось. В городах Астана, Караганда и Темиртау отмечено увеличение уровня загрязнения воздуха, а в городах Балхаш и Алматы – снижение (Табл. 1.3, рис. 1.1).

Таблица 1.3

Приоритетный список городов Казахстана по уровню загрязнения атмосферного воздуха

Город	ИЗА <sub>5</sub>			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	3 кв. 2003г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	
Шымкент	14,8	14,5	15,1	цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая автотранспорт, энергетика энергетика, угледобывающая, автотранспорт черная металлургия, химическая черная металлургия, энергетика химическая цветная металлургия, энергетика цветная металлургия, энергетика цветная металлургия, энергетика химическая энергетика энергетика, строительных материалов цветная металлургия энергетика автотранспорт, энергетика цветная металлургия, энергетика
Алматы	10,3	15,5	13,7	
Караганда	13,7	11,5	13,6	
Актобе	9,4	10,3	9,6	
Темиртау	7,6	7,5	8,5	
Тараз	7,6	8,5	7,8	
Риддер	8,7	7,3	7,2	
Усть-Каменогорск	8,8	6,4	6,9	
Жезказган	4,2	4,7	5,3	
Актау	7,4	4,5	4,9	
Петропавловск	3,5	4,3	4,8	
Семипалатинск	3,9	4,5	4,1	
пос. Глубокое	4,5	2,9	3,5	
Костанай	3,3	3,6	3,7	
Астана	3,6	2,3	3,3	
Балхаш	3,0	4,7	3,3	

Город	ИЗА <sub>5</sub>			Отрасли промышленности, влияющие на состояние загрязнения воздуха
	3 кв. 2003г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	
Атырау	1,2	1,6	2,2	нефтеперерабатывающая
Павлодар	1,4	1,1	1,4	нефтеперерабатывающая, энергетика
Экибастуз	1,7	1,4	1,2	энергетика, угледобывающая
Уральск	0,7	1,2	0,7	энергетика
<b>Средний ИЗА</b>	<b>5,97</b>	<b>5,92</b>	<b>6,04</b>	

По сравнению с 3 кварталом 2003 в городах Актобе, Астана, Балхаш, Караганда, Костанай, Павлодар, Семипалатинск, Тараз, Шымкент, Уральск и Экибастуз уровень загрязнения атмосферного воздуха значительно не изменился, в г. Актау, г. Риддере, г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое снизился, в городах Петропавловск, Алматы, Атырау, Темиртау и Жезказгане возрос (Табл. 1.3).

## 2 Качество поверхностных вод

Сеть наблюдений за качеством поверхностных вод суши включает действующие гидропосты национальной гидрометеорологической службы. Основными критериями качества вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбо-хозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования [4, 5].

Уровень загрязнения поверхностных вод суши оценивается по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества вод [6].

По результатам наблюдений, выполненных подразделениями Казгидромета в 3 квартале 2004 года, наиболее загрязненным является бассейн реки Иртыш (Табл. 2.1).

Максимально загрязнены поверхностные воды реки **Брекса** (ИЗВ – 13,06, 7 класс – «чрезвычайно грязные») при превышении ПДК по азоту нитритному (3,3 ПДК), меди (17,5 ПДК), цинку (46,5 ПДК), нефтепродуктам (до 2,9 ПДК) и марганцу (8,3 ПДК).

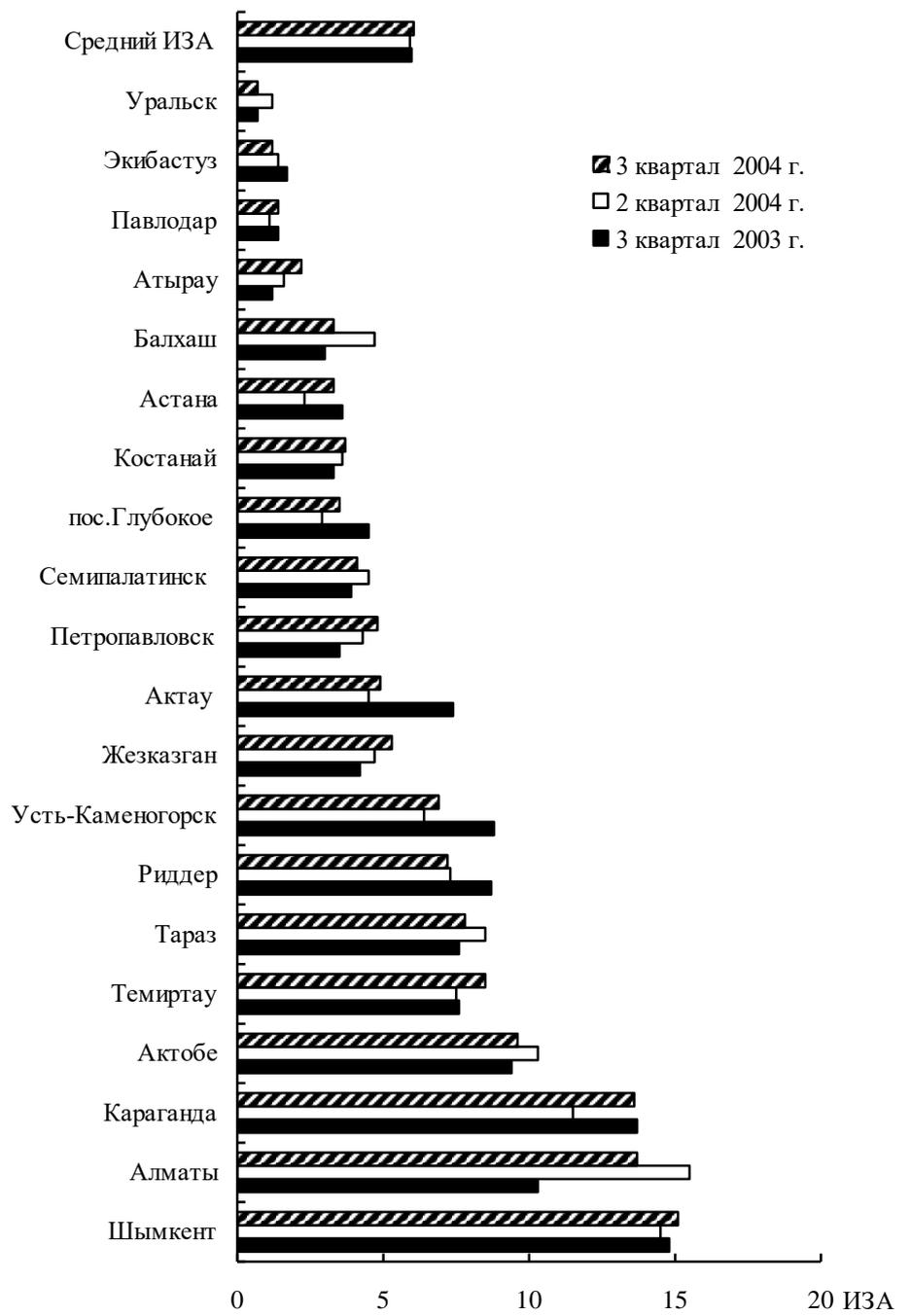


Рис. 1.1. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) по городам Республики Казахстан.



Таблица 2.1

Состояние качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям в 3 квартале 2004 г.

Река (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.				
р. Иртыш (Восточно-Казахстанская)	1,01	2,64	1,77	Медь	0,0015	1,5	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,12	2,5	
р. Иртыш (Павлодарская)	0,90	2,10	1,33	Медь	0,0017	1,7	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,15	3,0	
р. Бухтарма (Восточно-Казахстанская)	1,08	2,48	1,50	Медь	0,0032	3,2	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,12	2,4	
р. Брекса (Восточно-Казахстанская)	7,84	13,16	13,06	Азот нитритный	0,067	3,3	7 класс, чрезвычайно грязная
				Медь	0,0175	17,5	
				Цинк	0,465	46,5	
				Нефтепродукты	0,17	2,9	
				Марганец	0,083	8,3	
р. Тихая (Восточно-Казахстанская)	5,86	8,80	5,23	Азот нитритный	0,15	7,6	5 класс, грязная
				Медь	0,047	4,7	
				Цинк	0,143	14,3	
				Нефтепродукты	0,16	3,1	
				Марганец	0,026	2,6	
р. Ульба (Восточно-Казахстанская)	1,98	6,17	2,77	Азот нитритный	0,038	1,9	4 класс, загрязненная
				Медь	0,0033	3,3	
				Цинк	0,061	6,1	
				Нефтепродукты	0,15	3,0	
				Марганец	0,019	1,9	
				Азот нитритный	0,16	8,1	
р. Глубочанка (Восточно-Казахстанская)	3,85	8,28	9,49	Медь	0,0052	5,2	6 класс, очень грязная
				Цинк	0,371	37,1	
				Нефтепродукты	0,13	2,6	
				Марганец	0,032	3,2	
р. Красноярка (Восточно-Казахстанская)	3,71	5,53	5,96	Азот нитритный	0,06	3,0	5 класс, грязная
				Медь	0,0016	1,6	
				Цинк	0,238	23,8	
				Нефтепродукты	0,15	2,8	

Река (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.				
				Марганец	0,041	4,1	
р. Уба (Восточно-Казахстанская)	0,81	3,56	1,07	Нефтепродукты	0,13	2,5	3 класс, умеренно загрязненная
р. Урал (Западно-Казахстанская)	0,61	0,99	0,66	Фенолы	0,001	1,0	2 класс, чистая
р. Чаган (Западно-Казахстанская)	0,72	1,04	0,89	Фенолы	0,0013	1,3	2 класс, чистая
				Нефтепродукты	0,10	2,0	
р. Деркул (Западно-Казахстанская)	0,63	1,05	0,92	Фенолы	0,0015	1,5	2 класс, чистая
р. Илек (Актюбинская)	3,72	2,99	3,91	Бор	0,33	19,2	4 класс, загрязненная
				Хром (6+)	0,102	5,1	
р. Тобол (Костанайская)	0,63	0,60	0,53	ХПК	51,9	1,7	2 класс, чистая
р. Ишим (Северо-Казахстанская)	1,05	1,18	0,93	Железо общее	0,24	2,4	2 класс, чистая
вдхр. Сергеевское (Северо-Казахстанская)	0,85	0,74	0,91	Железо общее	0,23	2,3	2 класс, чистая
р. Ишим (Акмолинская) вдхр. Вячеславское (р. Ишим)	1,01	1,04	0,71	Сульфаты	140	1,4	2 класс, чистая
	0,56	0,67	0,57	–	–	–	2 класс, чистая
р. Ак-Булак (г. Астана)	0,85	1,02	0,93	Сульфаты	166	1,7	2 класс, чистая
				Нефтепродукты	0,11	2,2	
р. Сары-Булак (г. Астана)	1,03	1,75	1,42	Сульфаты	334	3,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,10	2,0	
р. Жабай (Акмолинская)	1,27	1,32	1,31	Сульфаты	235	2,4	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,14	2,8	
р. Нура (Акмолинская)	1,37	1,34	1,20	БПК <sub>5</sub>	3,77	1,9	3 класс, умеренно загрязненная
				Сульфаты	243	2,4	
				Нефтепродукты	0,07	1,4	
оз. Копа (Акмолинская)	1,21	1,03	1,22	Сульфаты	370	3,7	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,08	1,6	
оз. Боровое (Акмолинская)	0,42	0,72	0,45	–	–	–	2 класс, чистая
оз. Б. Чебачье (Акмолинская)	0,54	0,70	0,66	Сульфаты	186	1,9	2 класс, чистая
оз. Щучье (Акмолинская)		0,66	0,74	Нефтепродукты	0,10	2,0	2 класс, чистая
р. Нура (Карагандинская)	2,49	2,21	2,13	БПК <sub>5</sub>	4,04	2,0	3 класс, умеренно

Река (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.				
				Медь	0,0025	2,5	загрязненная
				Фенолы	0,002	2,0	
				Ртуть	0,00019	1,9	
р. Кара-Кенгир (Карагандинская)	4,62	2,99	4,14	Азот нитритный	0,171	8,5	5 класс, грязная
				Медь	0,012	12,0	
				Цинк	0,015	1,5	
вдхр. Самаркандское (Карагандинская)	3,52	1,63	1,34	БПК <sub>5</sub>	5,39	2,7	3 класс, умеренно загрязненная
				Фенолы	0,002	2,0	
вдхр. Кенгирское (Карагандинская)	6,51	2,56	2,81	Медь	0,012	12,0	4 класс, загрязненная
				Нефтепродукты	0,06	1,2	
оз. Балхаш (Карагандинская)	2,80	2,79	2,62	Медь	0,011	11,0	4 класс, загрязненная
				Цинк	0,014	1,4	
Р. Или (Алматинская)	1,89	1,74	1,92	Медь	0,006	6,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Шарын (Алматинская)	1,72	1,79	1,70	Медь	0,005	5,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Цинк	0,016	1,6	
р. Шилик (Алматинская)	2,24	0,88	1,71	Медь	0,004	4,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Цинк	0,019	1,9	
р. Тургень (Алматинская)	2,52	0,76	0,86	Медь	0,002	2,0	2 класс, чистая
р. Текес (Алматинская)	1,32	0,98	1,85	Железо	0,20	2,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,005	5,0	
				Фенолы	0,002	2,0	
р. Хоргос (Алматинская)	1,15	1,78	2,16	Медь	0,009	9,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Каркара (Алматинская)			0,98	Медь	0,003	3,0	2 класс, чистая
р. Баянкол (Алматинская)			1,67	Медь	0,006	6,0	3 класс, умеренно загрязненная
вдхр. Капчагайское (Алматинская)	1,95	1,20	1,95	Азот нитритный	0,06	3,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,005	5,0	
р. М. Алматинка (г. Алматы)	1,29	1,59	1,19	Медь	0,003	3,0	3 класс, умеренно загрязненная

Река (область)	ИЗВ			Вещество	Средняя концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.				
р. Есентай (г. Алматы)	1,06	1,45	1,27	Медь	0,003	3,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Нефтепродукты	0,07	1,4	
р. Б. Алматинка (г. Алматы)	1,53	1,66	1,07	Железо	0,14	1,4	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,002	2,0	
оз. Большое Алматинское	–	2,11	1,12	Медь	0,004	4,0	3 класс, умеренно загрязненная
р. Талас (Жамбылская)	0,81	0,75	0,77	Азот аммонийный	0,56	1,4	2 класс, чистая
р. Шу (Жамбылская)	1,38	1,80	1,82	БПК <sub>5</sub>	3,83	1,3	3 класс, умеренно загрязненная
				Азот нитритный	0,034	1,7	
				Медь	0,004	4,0	
р. Асса (Жамбылская)	0,90	0,77	0,82	Азот аммонийный	0,56	1,4	2 класс, чистая
вдхр. Ташуткульское (Жамбылская)	–	–	2,17	Медь	0,0062	6,2	3 класс, умеренно загрязненная
				Фенолы	0,002	2,0	
р. Сырдарья (Южно-Казахстанская)	2,07	1,71	2,04	<b>Сульфаты</b>	502	5,0	3 класс, умеренно загрязненная
				Медь	0,003	3,0	

Таблица 5.1

Химический состав атмосферных осадков (по данным наблюдений за 1 квартал 2004 года)

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>								Концентрация микроэлементов, мкг/дм <sup>3</sup>				Электропроводность, мкСм/см <sup>3</sup>	
				Анионы				Катионы				Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>		
				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>						Ca <sup>2+</sup>
<b>Акмолинская область</b>																	
Астана	265,1	62,65	6,83	12,95	11,91	1,76	15,13	0,15	4,09	5,48	2,29	8,89	7,35	27,00	0,40	0,68	114,1
Боровое	165,0	14,64	6,00	3,26	2,80	1,23	2,49	0,39	1,61	0,80	0,39	1,66	4,90	52,90	5,60	0,15	27,0
Щучинск	186,7	51,59	6,44	11,16	5,04	1,44	17,88	1,02	3,87	4,31	1,97	5,29	3,10	81,50	0,40	0,50	85,3
<b>Актюбинская область</b>																	

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>										Концентрация микроэлементов, мкг/дм <sup>3</sup>				Электропроводность, мкСм/см <sup>3</sup>
				Анионы				Катионы						Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>						
Актобе	263,8	63,82	6,93	18,09	11,22	0,82	13,30	0,30	8,33	1,37	2,33	8,06	5,20	63,00	0,08	0,79	119,4	
Аяккум	157,5	129,75	7,27	35,76	13,54	2,93	37,40	0,30	8,44	8,60	7,09	15,69	4,60	37,00	1,50	1,60	233,9	
Мугоджарская	206,4	112,60	6,90	48,47	11,67	2,22	15,72	0,88	8,41	4,76	7,31	13,14	3,20	56,50	0,65	0,50	221,0	
Новороссийск	299,4	50,00	6,83	15,81	6,68	1,39	11,12	0,34	4,83	1,59	3,00	5,25	16,20	38,40	1,40	–	93,1	
Шалкар	135,5	26,36	6,48	8,20	3,18	0,83	6,05	0,72	2,75	0,81	0,46	3,36	5,60	34,00	0,65	0,10	48,1	
<b>Алматинская область</b>																		
Алматы	549,3	42,67	7,12	8,54	3,08	1,69	18,02	0,34	1,57	0,80	2,38	6,25	18,00	19,50	0,45	0,70	71,3	
Аул-4	81,5	128,98	7,06	45,26	17,74	1,56	22,09	1,68	12,48	7,95	5,14	15,08	19,00	19,00	0,10	0,90	240,5	
Есик	462,9	9,40	6,33	2,40	1,06	0,68	2,73	0,39	0,54	0,10	0,33	1,16	3,90	19,20	0,40	0,40	16,8	
Капчагай	186,4	19,56	6,55	5,63	2,62	0,66	5,67	0,23	1,09	0,43	0,66	2,57	9,00	23,60	0,80	1,05	37,3	
Мынжилки	565,5	10,99	6,29	1,73	1,14	0,34	4,63	0,33	0,67	0,20	0,33	1,62	20,00	30,00	–	10,10	18,1	
Текели	422,2	129,31	7,06	44,01	17,66	1,70	28,82	0,36	11,29	2,89	4,58	18,00	9,20	41,20	0,45	7,55	227,6	
<b>Атырауская область</b>																		
Атырау	123,1	296,33	7,50	113,70	48,83	1,87	39,94	1,40	30,51	9,29	12,61	38,17	5,70	71,00	0,40	2,60	541,3	
Пешной	27,3	108,37	6,67	27,43	18,87	2,73	25,27	0,54	6,87	7,41	3,81	15,45	0,60	14,50	0,85	0,90	201,2	
<b>Восточно-Казахстанская область</b>																		
Большенарымское	249,4	12,84	6,07	2,92	1,20	0,75	4,39	0,26	0,92	0,31	0,53	1,56	4,00	56,70	2,40	0,25	21,5	
Лениногорск	482,3	43,15	6,81	10,81	3,87	1,30	15,12	0,29	2,25	1,14	3,11	5,26	7,70	64,70	2,20	0,05	74,7	
Семипалатинск	254,8	25,82	6,34	6,14	4,65	1,30	5,66	0,25	1,92	0,91	1,21	3,78	10,60	44,10	0,30	0,90	47,7	
Усть-Каменогорск	314,4	34,09	5,93	15,38	4,47	0,17	3,27	0,78	2,71	1,02	1,43	4,86	10,60	68,80	1,60	1,55	67,3	
<b>Жамбылская область</b>																		
Бурно-Октябрьское	295,3	70,04	7,09	15,82	7,99	3,07	22,94	1,70	2,22	2,35	3,90	10,04	6,20	32,80	0,20	1,40	127,6	
Жамбыл	226,3	25,05	6,51	8,39	3,27	1,24	4,01	0,95	1,92	1,15	0,52	3,61	5,40	29,60	1,30	0,50	49,3	
Толе-би	155,8	76,32	7,01	24,05	6,59	1,55	21,03	0,87	6,68	3,53	4,20	7,81	15,60	50,80	0,04	0,60	138,3	
<b>Западно-Казахстанская область</b>																		
Аксай	279,6	89,65	6,92	31,33	11,26	1,45	18,65	1,03	7,68	2,24	4,69	11,34	4,20	52,30	1,60	1,20	170,3	
Каменка	291,3	51,01	6,75	14,94	4,24	0,77	12,87	0,46	8,27	0,97	2,21	6,28	8,40	37,30	0,30	0,55	81,3	
Уральск	216,8	42,23	6,87	12,68	3,39	0,68	13,40	0,43	2,12	1,92	3,15	4,47	2,80	74,80	0,08	0,67	75,8	

Метеостанция	Количество осадков, мм	Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>	pH	Концентрация ионов, мг/дм <sup>3</sup>									Концентрация микроэлементов, мкг/дм <sup>3</sup>				Электропроводность, мкСим/см <sup>3</sup>
				Анионы				Катионы					Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
				SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>					
<b>Карагандинская область</b>																	
Балхаш	88,1	49,69	6,62	16,40	6,29	0,77	10,89	0,73	5,41	1,81	1,72	5,66	21,15	187,50	0,70	18,50	90,1
Жезказган	153,6	21,05	6,35	6,61	3,05	0,76	3,59	0,76	2,46	1,25	0,52	2,05	3,15	146,00	9,30	3,50	40,3
Караганда	296,1	30,58	6,37	11,24	4,94	0,81	4,25	0,23	2,32	1,12	1,64	4,03	2,00	46,67	1,75	1,15	58,6
Караг. СХОЗ	219,6	70,11	6,94	20,64	11,05	2,48	14,67	0,20	4,13	2,72	4,28	9,93	4,00	37,40	0,60	1,00	134,8
<b>Кызылординская область</b>																	
Аральское море	121,0	121,29	7,06	42,31	16,37	2,19	22,25	0,10	12,26	2,87	5,16	17,78	6,20	27,80	1,60	0,60	226,8
Джусалы	128,0	74,23	7,05	16,80	18,16	0,60	14,03	0,23	8,89	1,51	2,60	11,41	10,10	19,50	0,20	1,00	141,5
<b>Костанайская область</b>																	
Костанай	149,9	66,43	6,69	20,48	9,19	1,88	14,88	1,34	4,39	4,09	3,70	6,48	2,60	54,80	1,30	0,05	118,5
<b>Мангистауская область</b>																	
Актау	149,9	129,51	6,83	29,95	37,2	2,25	16,83	0,52	10,3	2,32	4,26	25,85	6,8	70,3	0,1	0,43	118,5
<b>Павлодарская область</b>																	
Иртышск	279,6	35,86	6,67	6,23	2,54	1,52	15,41	0,09	0,94	1,19	1,57	6,37	8	54	2,5	0,2	170,3
Павлодар	291,3	52,54	6,72	19,15	6,12	1,2	10,96	0,71	4,34	1,24	2,76	6,07	8	92,3	1,4	1,23	81,3
Экибастуз	216,8	23,47	6,32	8,2	3,44	0,43	3,85	0,42	1,81	1,05	0,68	3,59	11,4	47,3	0,35	-	75,8
<b>Северо-Казахстанская область</b>																	
Петропавловск	149,9	30,96	6,45	7,95	5,34	1	7,46	0,4	2,62	1,17	1,23	3,78	2,8	147	2,1	0,065	118,5
<b>Южно-Казахстанская область</b>																	
Казыгурт	123,1	53,91	6,92	10,84	8,74	1,88	15,04	1,46	5,63	2,8	1,08	6,44	4,1	37	3,5	0,25	541,3
Шымкент	27,3	28,09	6,74	8,08	2,51	1,79	7,76	0,78	1,11	0,72	1,25	4,1	4,7	112,4	0,07	4	201,2

ТАБЛИЦА 5.2

Содержание загрязняющих веществ в снежном покрове за зиму 2003...2004 гг.

Метеостанция	Период залегания снежного покрова, сут.	Средний влагозапас на маршруте, мм	Количество атмосферных осадков за период залегания, мм	рН	Сумма ионов	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>								Электропроводность, См/см <sup>2</sup>	Концентрация микро-элементов, мкг/дм <sup>3</sup>				
						SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	Mg	Na	Ca		K	Pb <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>
						<b>Акмолинская область</b>													
Астана	102	55,0	63,2	5,71	18,17	5,73	0,13	0,49	4,47	1,34	0,21	1,61	2,97	1,22	36,3	11,0	34,0	0,8	0,20
Атбасар	120	72,5	56,7	6,41	16,50	4,28	0,52	0,21	2,05	4,64	0,69	1,81	2,02	0,28	30,1	3,0	38,4	1,2	0,05
Кокшетау	124	12,8	43,0	5,61	18,09	5,78	1,14	0,81	4,01	1,16	0,16	1,19	3,49	0,35	35,9	6,2	85,0	4,7	0,10
<b>Актюбинская область</b>																			
Актобе	87	46,0	47,6	5,27	14,39	3,85	1,45	0,27	3,61	0,73	0,16	1,37	2,74	0,21	28,8	1,2	83,0	н/о	0,20
Иргиз	87	30,6	28,6	5,35	8,47	3,42	0,69	0,28	0,93	0,85	0,18	0,52	1,46	0,14	16,8	22,0	54,0	0,6	0,40
Мугоджарская	82	45,0	40,0	5,86	19,94	6,78	0,86	0,66	3,86	2,07	0,72	0,69	3,78	0,52	38,9	3,5	60,7	н/о	н/о
Новоросскийское	104	73,6	66,0	6,09	25,24	5,89	1,92	0,55	6,13	2,56	0,16	2,97	4,15	0,91	50,6	1,3	46,2	0,1	0,02
Шалкар	52	12,8	33,7	5,97	10,90	3,68	0,32	0,53	2,07	1,59	0,06	0,98	1,28	0,39	21,4	7,5	38,8	н/о	н/о
<b>Алматинская область</b>																			
Алматы агро	105	111,0	283,4	5,79	12,07	3,49	1,01	0,37	1,81	2,01	0,74	0,58	1,23	0,83	24,3	9,1	58,5	2,0	0,10
Мынжилки	184	254,0	307,3	6,21	6,18	1,28	0,19	0,21	1,13	1,65	0,16	0,29	1,08	0,19	11,1	0,2	38,5	н/о	0,05
Текели	9	0,9	20,1	6,02	16,31	4,09	0,93	0,28	4,55	1,65	1,53	1,09	1,32	0,87	32,4	4,6	48,8	0,2	0,50
<b>Восточно-Казахстанская область</b>																			
Большенарымское	118	73,8	87,6	5,39	11,57	3,85	0,75	0,14	2,41	0,79	0,24	0,77	2,34	0,28	23,1	7,0	66,4	2,2	0,20
Лениногорск	146	133,0	160,2	6,16	7,71	1,17	0,36	0,32	1,92	2,01	0,11	0,73	0,78	0,31	14,8	0,8	75,0	0,02	н/о
Семипалатинск	90	32,0	36,8	6,39	33,60	14,18	1,27	1,47	3,94	4,51	2,72	1,05	3,57	0,89	66,9	0,6	135,5	2,2	0,70
Семиярка	110	15,0	29,6	6,12	23,21	8,47	0,37	0,21	3,89	2,93	1,29	2,08	2,62	1,35	46,3	0,4	80,0	1,5	0,02
Шемонаиха	106	97,2	97,2	5,78	14,87	5,81	0,53	0,11	2,66	0,98	0,36	1,42	2,61	0,39	28,6	3,2	77,0	н/о	0,10

Метеостанция	Период залегания снежного покрова, сут.	Средний влагозапас на маршруте, мм	Количество атмосферных осадков за период залегания, мм	рН	Сумма ионов	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>										Электропроводность, См/см <sup>2</sup>	Концентрация микро-элементов, мкг/дм <sup>3</sup>			
						SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	Mg	Na	Ca	K	Pb <sup>2+</sup>		Cu <sup>2+</sup>	As <sup>3+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
<b>Жамбылская область</b>																				
Жамбыл	4	26,0	20,8	6,12	8,28	2,15	0,21	0,19	1,17	2,14	0,22	0,81	1,15	0,24	14,3	2,2	37,6	0,7	0,30	
<b>Западно-Казахстанская область</b>																				
Джамбейты	79	53,0	53,7	6,06	30,10	7,63	1,69	1,23	3,87	8,05	1,09	0,49	5,53	0,52	57,4	4,7	49,2	1,8	0,35	
Жалпакгал	19	51,8	35,8	6,52	58,59	14,36	1,78	0,29	13,81	8,99	1,93	4,61	10,26	2,56	117,9					
Каменка	106	57,5	58,8	5,42	29,08	13,07	0,61	0,26	4,42	1,46	0,57	2,87	5,61	0,21	57,4	4,7	48,4	н/о	0,14	
<b>Карагандинская область</b>																				
Балхаш	79	34,0	36,3	5,85	15,56	6,47	0,29	0,19	2,34	1,95	1,24	0,69	2,32	0,07	29,7	60,0	215,0	н/о	22,10	
Караганда	96	86,0	109,8	6,41	15,50	4,43	0,23	0,39	2,11	4,70	0,93	1,81	0,46	0,44	27,7	2,3	44,3	1,1	0,20	
<b>Кустанайская область</b>																				
Костанай	110	30,0	22,0	6,22	47,55	13,93	3,02	1,37	10,32	3,42	0,21	5,11	7,53	2,64	97,6	н/о	67,5	0,8	0,03	
Тобол	87	34,2	34,8	6,45	38,32	9,71	0,83	0,73	10,86	3,97	1,69	3,44	5,68	1,41	81,8	1,2	20,0	0,6	0,05	
<b>Павлодарская область</b>																				
Иртышск	100	102,0	57,8	6,22	18,14	5,62	1,61	0,00	1,97	3,36	0,81	1,08	2,85	0,84	34,1	2,6	68,0	1,8	0,06	
Павлодар	90	36,0	63,3	5,97	21,74	6,43	0,37	0,00	4,98	2,50	0,84	3,73	2,02	0,87	40,8	0,5	48,2	1,5	1,70	
Экибастуз	101	21,0	29,6	6,13	12,87	3,72	1,99	0,00	1,53	1,65	0,38	0,75	2,39	0,46	22,4	5,0	53,6	н/о	0,07	
<b>Северо-Казахстанская область</b>																				
Петропавловск	110	49,0	45,0	5,64	10,16	3,78	0,35	0,24	2,61	0,85	1,03	1,21	0,05	0,04	20,1	0,3	160,0	н/о	0,08	
<b>Южно-Казахстанская область</b>																				
Шымкент	14	6,0	69,8	6,87	24,56	4,87	0,52	0,17	1,94	10,49	1,73	1,62	2,71	0,51	41,6	3,2	130,0	н/о	4,40	

Река **Глубочанка** характеризуется как «очень грязная» (6 класс, ИЗВ – 9,49), при повышенном содержании азота нитритного (8,1 ПДК), меди (до 5,2 ПДК), цинка (37,1 ПДК), нефтепродуктов (2,6 ПДК) и марганца (3,2 ПДК).

Содержание загрязняющих веществ в реках **Тихая** и **Красноярка** определялось по азоту нитритному (до 7,6 ПДК), меди (до 4,7 ПДК), цинку (23,8 ПДК), нефтепродуктам (до 3,1 ПДК) и марганцу (4,1 ПДК). Индекс загрязненности воды этих рек равен 5,23...5,96 (5 класс – «грязные»).

Качество поверхностных вод реки **Ульба** относится к 4 классу – «загрязненная» (ИЗВ – 2,77). Превышения ПДК наблюдались по азоту нитритному (1,9 ПДК), меди (3,3 ПДК), цинку (6,1 ПДК), нефтепродуктам (3 ПДК) и марганцу (1,9 ПДК).

Качество воды в реках **Бухтарма** и **Уба** относится к 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ – до 1,5). Наблюдались превышения ПДК по меди (р. Бухтарма – 3,2 ПДК) и нефтепродуктам (до 2,5 ПДК).

На участке г. Усть-Каменогорск – г. Семипалатинск – г. Павлодар индекс загрязненности воды реки **Иртыш** составляет 1,77...1,33, что соответствует 3-му классу – «умеренно загрязненные», при содержании в воде реки меди (до 1,7 ПДК) и нефтепродуктов (до 3 ПДК).

Река **Урал**, **Чаган** и **Деркул** (Западно-Казахстанская область) отнесены к 2 классу – «чистые» (ИЗВ – до 0,92). Выявлено превышение ПДК по фенолам (до 1,5 ПДК) и нефтепродуктам (р. Чаган – 2 ПДК).

Река **Илек** в Актыубинской области относится к «загрязненным» водным объектам. Содержание бора составляет – 19,2 ПДК и шестивалентного хрома – 5,1 ПДК. Среднее значение ИЗВ – 3,91, по качеству вода реки 4-го класса.

Река **Тобол** (Костанайская область) по качеству воды относится к 2-му классу – «чистая», ИЗВ = 0,53. Превышение ПДК наблюдались по ХПК (1,7 ПДК).

Повышенное содержание ПДК по железу общему наблюдались в реке **Ишим** и вдхр. **Сергеевское** (Северо-Казахстанская область) до – 2,4 ПДК, ИЗВ – 0,91...0,93, качество воды относится ко 2 классу – «чистые».

Реки **Ишим**, **Ак-Булак** (г. Астана), вдхр. **Вячеславское** и озёра **Боровое**, **Щучье** и **Большое Чебачье** (Акмолинская область) по качеству воды относятся ко 2-му классу – «чистые», (ИЗВ – 0,45...0,93). Отмечены превышения ПДК по сульфатам (до 1,9 ПДК) и нефтепродуктам (до 2,2 ПДК). В оз. Боровое превышение ПДК не наблюдалось.

Реки **Нура, Сары-Булак** (г. Астана), **Жабай**, и оз. **Копа** (Акмолинская область), характеризуется по качеству воды как «умеренно загрязненные» – 3 класс (ИЗВ –1,20...1,42), при повышенном содержании БПК<sub>5</sub> (р. Нура – 1,9 ПДК), сульфатов (до 3,7 ПДК) и нефтепродуктов (до 2,8 ПДК).

Качество воды р. **Нура**, водохранилище **Самаркандское** (Карагандинская обл.) относятся к 3-му классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ – до 2,13). В поверхностных водах этих водных источников содержание загрязняющих веществ составило: в р. Нура по БПК<sub>5</sub> (2 ПДК), меди (2,5 ПДК), фенолам (2 ПДК) и ртути (1,9 ПДК); в вдхр. Самаркандское по БПК<sub>5</sub> (2,7 ПДК) и фенолам (2 ПДК).

Качество воды в р. **Кара-Кенгир** (Карагандинская обл.) относится к 5 классу – «грязная» (ИЗВ – 4,14). В поверхностных водах этого водного источника содержание загрязняющих веществ составило по азоту нитритному (8,5 ПДК), меди (12 ПДК) и цинку (1,5 ПДК).

Качество воды в водохранилище **Кенгирское** и оз. **Балхаш** (Карагандинская обл.) относится к 4 классу – «загрязненные» (ИЗВ – 2,62...2,81). В поверхностных водах этих водных источников содержание загрязняющих веществ составило по меди (до 12 ПДК), цинку (оз. Балхаш – 1,4) и нефтепродуктам (1,2 ПДК).

Качество воды рек **Или, Шарын, Шилик, Текес, Хоргос** и **вдхр. Капшагайское** (Алматинская область) соответствует 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,67...2,16), при повышенном содержании азота нитритного (вдхр. Капшагайское – 3 ПДК), железу (р. Текес –2 ПДК), меди (до 6 ПДК) и цинка (до 2 ПДК).

Река **Тургень, Каркара** (Алматинская область) относится к 2 классу – «чистые» (ИЗВ – 0,86...0,98) ПДК наблюдались по меди (до 3 ПДК).

Озеро **Большое Алматинское** (Алматинская область) относится к 3 классу – «умеренно загрязненным» водным источникам (ИЗВ = 1,12), содержание меди превышало норму в 4 раза.

Индекс загрязненности воды рек **Малая и Большая Алматинки** и **Есентай** (г. Алматы) соответствует 3 классу – «умеренно загрязненные» (ИЗВ до 1,27), при повышенном содержании по железу общему (р. Б. Алматинка – 1,4 ПДК), меди (до 3 ПДК) и нефтепродуктов (р. Есентай до 1,4 ПДК).

Реки **Талас** и **Асса** (Жамбылская область) определены как «чистые» (2 класс – ИЗВ 0,77...0,82). Превышения ПДК наблюдались по азоту аммонийному (1,4 ПДК).

Индекс загрязненности воды р. **Шу** (Жамбылская область) составил 1,82 (3 класс – «умеренно загрязненная»), при содержании азота нитритного (1,7 ПДК), меди (4 ПДК) и БПК<sub>5</sub> (1,3 ПДК).

Вдхр. **Ташуткульское** (Жамбылская обл.) определялось как «умеренно-загрязненное» (ИЗВ – 2,17). В поверхностных водах этого водного источника содержание загрязняющих веществ составило по меди (6,2 ПДК) и фенолам (2 ПДК).

Загрязненность р. **Сырдарья** (Южно-Казахстанская область и Кызылординская область) определяется значением ИЗВ – 2,04 (3 класс – «умеренно загрязненная»), при содержании меди (3 ПДК) и сульфатов (5 ПДК). По сравнению с 2 кварталом 2004 года отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.2., Табл. 2.1).

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в реках Иртыш (Павлодарская), Бухтарма, Брекса, Красноярка и Глубочанка. По рекам (ВКО) Ульба, Тихая и Уба наблюдается небольшое улучшение качества воды.

В Западном Казахстане качество воды на один класс улучшилось в реках Чаган и Деркул. По остальным рекам изменений не наблюдалось.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды улучшилось в реках Ишим и Ак-Булак; ухудшилось в водохранилище Кенгирское и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено ухудшение качества воды в реках Шилик и Текес. Для остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

За этот же период отмечается ухудшение качества воды в реках находящихся под влиянием населенных пунктов: Иртыш (г. Семипалатинск), Брекса (г. Риддер), Глубочанка (с. Белоусовка), Ульба (г. Усть-Каменогорск), Илек (г. Алга). По другим наблюдаемым водным объектам, находящимся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: Иртыш (г. Усть-Каменогорск), Ульба (рудн. Тишинский и г. Усть-Каменогорск), Тихая (г. Риддер), Глубочанка (пос. Глубокое), Уба (г. Шемонаиха), Урал (г. Уральск), Чаган (г. Уральск), и Кара-Кенгир (г. Жезказган) (Табл. 2.2).

В сравнении с 3 кварталом 2003 г. отмечаются следующие изменения качества поверхностных вод (рис. 2.2., Табл. 2.1).

По рекам Восточного Казахстана качество воды не изменилось в р. Иртыш (ВКО), Тихая и Бухтарма. По остальным рекам наблюдается ухудшение качества воды.

В Западном Казахстане качество воды в наблюдаемых водных объектах не изменилось.

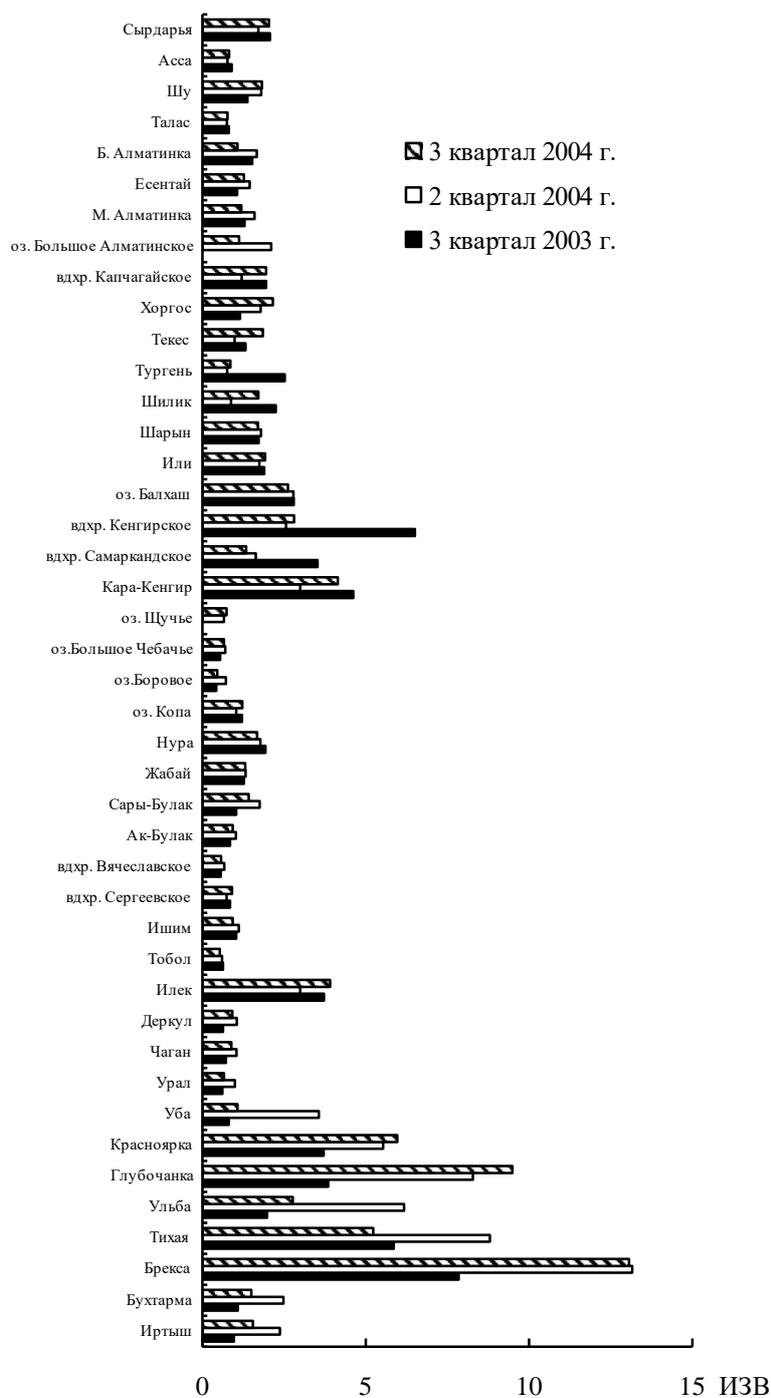


Рис. 2.2. Динамика индекса загрязненности воды рек Казахстана за 3 квартал 2004 г.

На территории Северного и Центрального Казахстана качество воды улучшилось в р.р. Ишим и вдхр. Самаркандское и Кенгирское, и не изменилось по остальным водным объектам.

В Южном Казахстане отмечено улучшение качества воды в р. Тургенъ. Для остальных наблюдаемых водных объектов качество воды осталось на прежнем уровне.

За этот же период отмечается ухудшение качества воды в реках находящихся под влиянием населенных пунктов: Иртыш (г. Семипалатинск), Брекса (г. Риддер), Глубочанка (с. Белоусовка и пос. Глубокое), Красноярка (с. Предгорное). Тихая и Брекса (г. Риддер). По другим наблюдаемым водным объектам, находящихся под влиянием городов и промышленных центров, качество воды не изменилось или несколько улучшилось: Иртыш (г. Павлодар) и Ульба (рудн. Тишинский) (Табл. 2.2).

Таблица 2.2

Влияние населенных пунктов на уровень загрязненности поверхностных вод

Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	
р. Иртыш, г. Усть-Каменогорск	1,19	4,27	1,38	3 кл., ум. загрязн.
р. Иртыш, г. Семипалатинск	0,83	1,96	2,84	4 кл., загрязненная
р. Иртыш, г. Павлодар	0,93	2,07	1,43	3 кл., ум. загрязн.
р. Бухтарма, г. Зыряновск	1,08	2,49	1,50	3 кл., ум. загрязн.
р. Ульба, рудн. Тишинский	2,87	8,36	3,79	4 кл., загрязненная
р. Ульба, г. Усть-Каменогорск	1,38	4,52	1,97	3 кл., ум. загрязн.
р. Тихая, г. Риддер	5,86	12,87	5,22	5 кл., грязная
р. Брекса, г. Риддер	7,84	8,79	12,83	7 кл., чрезв. грязная
р. Глубочанка, с. Белоусовка	5,43	6,52	13,54	7 кл., чрезв. грязная
р. Глубочанка, с. Глубокое	2,28	8,71	5,20	5 кл., грязная
р. Красноярка, с. Предгорное	3,71	5,34	5,81	5 кл., грязная
р. Уба, г. Шемонаиха	0,81	3,46	1,06	3 кл., ум. загрязн.
р. Урал, г. Уральск	0,60	1,37	0,60	2 кл., чистая
р. Чаган, г. Уральск	0,51	1,09	0,72	2 кл., чистая
р. Деркул, п. Селекционный	0,59	0,76	0,55	2 кл., чистая
р. Илек, г. Алга	4,45	2,79	5,74	5 кл., грязная
р. Илек, г. Актюбинск	2,85	2,94	2,43	4 кл., загрязненная
р. Ишим, г. Петропавловск				
<i>0,2 км выше города</i>	0,90	1,00	0,78	2 кл., чистая
<i>4,8 км ниже города</i>	0,94	1,03	0,81	2 кл., чистая
р. Ишим, с. Долматово	1,38	1,38	1,10	3 кл., ум. загрязн.
р. Ишим, г. Астана				
<i>3 км выше города</i>	0,74	1,02	0,56	2 кл., чистая
<i>в черте города</i>	1,01	1,05	0,76	2 кл., чистая
<i>8 км ниже города</i>	0,99	1,00	0,79	2 кл., чистая
р. Ак-Булак, г. Астана	0,85	1,02	0,93	2 кл., чистая
р. Сары-Булак, г. Астана	1,03	1,75	1,42	3 кл., ум. загрязн.
р. Жабай, г. Атбасар	1,27	1,33	1,31	3 кл., ум. загрязн.
р. Нура, г. Темиртау	2,50	2,82	2,87	4 кл., загрязненная

Пункт контроля	ИЗВ			Характеристика качества воды
	3 кв. 2003 г.	2 кв. 2004 г.	3 кв. 2004 г.	
р. Кара-Кенгир, г. Жезказган	5,36	3,41	5,07	5 кл., грязная
оз. Балхаш, бухта <i>Бертыс</i>	3,71	4,10	3,95	4 кл., загрязненная
оз. Балхаш, залив <i>Тарангалык</i>	1,85	2,96	2,28	3 кл., ум. загрязн.
оз. Балхаш (залив <i>Малый Сары-Шаган</i> )	2,66	2,64	2,37	4 кл., загрязнен.
р. Талас, г. Тараз	0,83	0,85	0,79	2 кл., чистая
р. Тобол, г. Костанай	0,63	0,60	0,53	2 кл., чистая
р. М. Алматинка, г. Алматы	1,29	1,59	1,19	3 кл., ум. загрязн.
р. Есентай, г. Алматы	1,06	1,45	1,27	3 кл., ум. загрязн.
р. Б. Алматинка, г. Алматы	1,53	1,66	1,07	3 кл., ум. загрязн.
р. Бадам, г. Шымкент	2,33	1,51	2,17	3 кл., ум. загрязн.
Шардаринское вдхр.	2,20	1,94	2,71	4 кл., загрязненная

### 3 Радиационный гамма-фон за 9 месяцев 2004 года

Наблюдения за мощностью дозы гамма-излучения на местности осуществлялись ежедневно на 65 метеорологических станциях.

Среднегодовые значения мощности дозы гамма-излучения, усредненные по областям, а также максимальные и минимальные значения представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Мощность дозы гамма-излучения за 9 месяцев 2004 года

Область	Мощность дозы, мкЗв/ч		
	среднее	максимальное	минимальное
Акмолинская	0,13	0,19	0,11
Актюбинская	0,13	0,21	0,08
Алматинская	0,15	0,23	0,09
Атырауская	0,14	0,17	0,09
Восточно-Казахстанская	0,15	0,24	0,06
Западно-Казахстанская	0,11	0,15	0,04
Жамбылская	0,15	0,22	0,11
Карагандинская	0,14	0,22	0,07
Костанайская	0,11	0,16	0,07
Павлодарская	0,13	0,24	0,08
Северо-Казахстанская	0,11	0,16	0,06
Южно-Казахстанская	0,14	0,20	0,09

Средние значения мощности дозы гамма-излучения за 9 месяцев 2004 года по областям находятся в пределах 0,04...0,24 мкЗв/ч. В среднем радиационный гамма-фон составил 0,12 мкЗв/ч и находился в допустимых пределах [7].

#### 4 Плотность радиоактивных выпадений за 9 месяцев 2004 г.

Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы за 9 месяцев 2004 г. осуществлялся в 14 областях Казахстана на метеорологических станциях путем отбора проб воздуха горизонтальными планшетными. На всех станциях проводился пятисуточный отбор проб. Эффективность отбора проб планшетом составляет 0,7. Суммарная бетта-активность определялась на установках малого фона ПСО-2-4. Результаты лабораторных анализов приведены в табл. 4.1.

Среднесуточная плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан колебалась в пределах 0,7...1,4 Бк/м<sup>2</sup>. Средняя величина плотности выпадений за 9 месяцев 2004 г. составила 1,1 Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 4.1

Плотность радиоактивных выпадений в приземной атмосфере на территории Республики Казахстан за 9 месяцев 2004 года, Бк/м<sup>2</sup>

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									
	месяц									среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>Акмолинская</b>										
Астана	0,8	1,0	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0
Атбасар	–	–	–	1,2	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1
Боровое	0,9	1,0	–	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1
Кокшетау	1,0	1,1	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0	1,2	1,1	1,1
Степногорск	1,0	0,8	0,9	1,2	0,8	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0
По области										<b>1,1</b>
<b>Актюбинская</b>										
Актобе	1,1	0,9	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1
Караул-Кельды	1,0	1,2	1,1	1,3	1,1	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1
Шалкар	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0
По области										<b>1,1</b>
<b>Алматинская</b>										
Алматы	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2
Жаркент	1,0	1,1	1,2	1,3	1,0	–	–	1,1	1,2	1,1
Лепсинск	1,1	1,0	1,1	–	–	0,9	1,2	1,1	1,2	1,1
Нарынкол	1,0	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2
Талды-Корган	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
По области										<b>1,1</b>
<b>Атырауская</b>										
Атырау	1,0	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
<b>Восточно-Казахстанская</b>										
Аягуз	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1
Баршатаг	1,1	1,1	1,2	1,2	0,8	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
Бахты	1,0	0,8	1,1	1,2	0,7	1,0	0,8	1,1	1,1	1,0
Зайсан	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	0,9	1	1,1	1,0
Кокпекты	1,1	0,8	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1

Населенный пункт	Плотность радиоактивных выпадений									
	месяц									среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Семипалатинск	–	1,2	1,1	1,3	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1
Усть-Каменогорск	1,1	1,0	1,2	0,9	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1
По области										<b>1,1</b>
<b>Жамбылская</b>										
Тараз	1,0	0,8	1,0	1,3	0,8	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0
Толеби	1,1	–	–	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1
Чиганак	1,0	1,1	1,1	1,2	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
По области										<b>1,0</b>
<b>Западно-Казахстанская</b>										
Тайпак	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1
<b>Карагандинская</b>										
Балхаш	1,0	0,9	1,1	1,2	0,8	1,1	1,4	1,3	1,2	1,1
Жезказган	1,0	1,1	1,0	1,1	0,8	1,1	0,7	1,0	1,1	1,0
Караганда	1,0	0,8	0,9	1,2	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0
По области										<b>1,1</b>
<b>Костанайская</b>										
Костанай	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,2	1,2
<b>Мангистауская</b>										
Актау	0,9	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1
Форт Шевченко	0,9	1,1	0,9	1,1	1,1	1,0	–	–	–	1,0
По области										<b>1,1</b>
<b>Павлодарская</b>										
Иртышск	0,9	0,8	1,0	1,3	0,9	0,9	1,0	1,2	1,1	1,0
Павлодар	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	1,0	1,1	1,1
Экибастуз	1,0	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1
По области										<b>1,1</b>
<b>Северо-Казахстанская</b>										
Петропавловск	1,0	0,9	1,1	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1
<b>Южно-Казахстанская</b>										
Шымкент	1,3	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
Туркестан	1,0	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	0,9	1,1	1,2	1,1
По области										<b>1,1</b>

### 5 Химический состав атмосферных осадков за 1 полугодие 2004 г.

Данные мониторинга химического состава атмосферных осадков приведены за 9 месяцев 2004 года, снежного покрова за зиму 2003...2004 гг. по метеостанциям РГП «Казгидромет».

По программе Всемирной метеорологической организации в пробах осадков и снега определялись анионы – сульфаты, хлориды, нитраты; катионы – аммоний, натрий, калий, кальций, магний; микроэлементы – свинец, медь, кадмий, мышьяк, кислотность и удельная электропроводность.

Для оценки состояния загрязнения атмосферных осадков использованы значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования (СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода»).

Величина общей минерализации в атмосферных осадках (Табл. 5.1) находилась в пределах от 9,40 (Есик) до 296,33 мг/дм<sup>3</sup> (Атырау). В осадках преобладали сульфаты (30...35 %), гидрокарбонаты (20...25 %), хлориды (15...20 %), ионы кальция (20...25 %) и ионы натрия (5...10 %). Наибольший уровень загрязнения атмосферных осадков наблюдается в Атырауской области, где минерализация составляет 296,33 мг/дм<sup>3</sup>. Наименее минерализованный уровень отмечается в Алматинской области – 9,40 мг/дм<sup>3</sup>.

Максимальные значения концентрации сульфатов – 113,70 мг/дм<sup>3</sup> наблюдались на М Атырау (Атырауская область). Наибольшее содержание хлоридов и гидрокарбонатов отмечено в г. Атырау (48,83 мг/ дм<sup>3</sup>) и г. Актау (37,23 мг/ дм<sup>3</sup>). Высокие значения концентраций ионов натрия и кальция наблюдались в Алматинской области (г. Текели до 18 мг/ дм<sup>3</sup> и пос. Аул-4 – до 15,08 мг/ дм<sup>3</sup>) и в Мангистауской области (г. Актау – до 25,85 мг/ дм<sup>3</sup>).

Кислотность осадков, выпадающих в Казахстане, имеет характер щелочной среды и составляет 5,93 (Усть-Каменогорск) – 7,50 (Атырау).

Наибольший уровень загрязнения **снежного покрова** (табл. 5.2) наблюдается в Западно-Казахстанской и Костанайской областях, где минерализация соответственно составляет 58,59 и 47,6 мг/ дм<sup>3</sup>. Самая низкая минерализация снежного покрова зафиксирована на М Петропавловск Северо-Казахстанской области, где сумма ионов составила 10,16 мг/ дм<sup>3</sup>.

Почти на всей территории Республики Казахстан в снежном покрове преобладает содержание сульфатов (до 29 %), хлоридных ионов (до 18 %), гидрокарбонатов (до 17 %) и ионов кальция (до 13 %). Наиболее высокие значения концентрации сульфатов – 13,9...14,4 мг/дм<sup>3</sup> наблюдались на М Семипалатинск (Восточно-Казахстанская область), на М Жалпактал (Западно-Казахстанская область) и на М Костанай (Костанайская область). Наибольший уровень содержания в снежном покрове хлоридов (13,8 мг/ дм<sup>3</sup>), гидрокарбонатов (8,99 мг/ дм<sup>3</sup>) и кальция (10,3 мг/ дм<sup>3</sup>) отмечался на М Жалпактал (Западно-Казахстанская область). Большое содержание хлоридов (10,3 мг/дм<sup>3</sup>) наблюдалось также на М Костанай (Костанайская область).

Водородный показатель снежного покрова находится в пределах 5,27 (Актобе) – 6,87 (Шымкент). Кислотность проб снежного покрова имеет характер нейтральной и слабо щелочной среды.

Все определяемые примеси, в том числе соли тяжелых металлов в снежном покрове не превышают предельно допустимые концентрации.

На М Пешной (Атырауская обл.), М Актау (Мангистауская обл.) и М Бурно-Октябрьское (Жамбылской обл.) пробы не брались из-за отсутствия снежного покрова.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 2.1.6.695-98. РК 3.02.036.99. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 2-69.
2. ГН 2.1.6.696-98. РК 3.02.037.99. Гигиенические нормативы. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М.: Минздрав России, 1998. – С. 70-201.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госком по гидрометеорологии. Минздрав. М.: 1991. С.383-425.
4. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Роскомрыболовство, 1993 г.
5. РК 3.01.067.97. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96. Госкомсанэпиднадзор России. М.: 1996. – 111 с.
6. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Госком по гидрометеорологии. М.: 1988. 10 с.
7. СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, Агентство по делам здравоохранения РК. 2000. 80 с.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата  
Центр экологического мониторинга окружающей среды

#### **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚОРШАҒАН ОРТАСЫНЫҢ 2004 ЖЫЛДЫҢ 3-ТОҚСАНЫНДАҒЫ ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫ**

Геол.-мин. ғылымд. канд. Е.Ж. Муртазин  
Н.У. Бултеков

*Қоршаған ортаның ластануы туралы ақпарат «Қазгидромет» РМК ұлттық гидрометеорологиялық қызметтің бақылау орындарында қоршаған ортаның экологиялық мониторингін жүргізу жөніндегі арнаулы бөлімшелерінің негізінде дайындалды.*

**К 60-ЛЕТИЮ Е.К. КУБАКОВА**

В марте 2005 г. исполнилось 60 лет со дня рождения и 35 лет научно-организационной деятельности Главного инженера РГП «Казгидромет» Ердоса Кубаковича Кубакова. Кубаков Е.К. родился 13 марта 1945 года в Жамбыльской области. В 1966 г. окончил Казахский педагогический институт имени Абая по специальности – преподаватель физики.

Трудовую деятельность в Гидрометеорологической службе Казахстана Кубаков Е.К. начал с сентября 1969 г. За время работы в системе Казгидромета, благодаря целеустремленности, организаторскому таланту и энергии, им пройден немалый трудовой путь от старшего техника до руководителя - Главного инженера предприятия.

Возглавляя ответственную и крайне необходимую производственно-экономическую деятельность отрасли, Ердос Кубакович отдает ей много сил и здоровья, являясь примером высокого профессионализма и компетентности. Особое внимание он уделяет развитию гидрометеорологической сети Казахстана.

Многое сделано им для развития международного сотрудничества. В течение продолжительного периода он работает в Швейцарской миссии по спасению Арала в качестве Руководителя проекта от Казахстана.

За плодотворную деятельность Кубаков Е.К. награжден орденом «Знак почета».

Мы сердечно поздравляем его с юбилеем, желаем крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, многих лет плодотворной и интересной работы, счастья и благополучия.

Коллектив РГП «Казгидромет»  
Редколлегия журнала