

Қазақстан республикасының
табиғи ресурстары және қоршаған
ортамы қорғау Министрлігі
Республиканың мемлекеттік
“Казгидромет” кәсіпорны

Министерство природных
ресурсов и охраны окружающей
среды республики Казахстан
Республиканское государственное
предприятие “Казгидромет”

М. Сүтпейіс

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
2000



Редакционный совет

Генеральный директор РГП Казгидромета, канд.геол-минер.наук **Т.К.Кудеков** (председатель); ректор Таразского государственного университета им.М.Х.Дулати, член-корр. НАН РК, д.т.н., профессор **В.К.Бишимбаев** (зам.председателя); вице-министр экологии и биоресурсов РК **К.С.Баишев**; вице-министр образования и науки, д.т.н., профессор **А.С.Ахметов**; декан геогр.факультета АГУ, член-корр. НАН РК, д.г.н. **А.С.Бейсенова**; член-корр. НАН РК, декан геогр.факультета КазГУ, д.г.н. **В.М.Болдырев**; академик НАН РК, д.с/х.н. **Э.Ф.Госсен**; директор Института географии МН-АН НАН, член-корр. НАН РК, д.г.н. **И.В.Северский**; профессор КазГУ, академик АН Высшей школы, д.г.н. **В.С.Чередниченко**; зав.кафедрой КазГУ, д.г.н. **А.В.Чигаркин**.

Редакционная коллегия

Директор КазНИИМОСК, к.г.н. **М.Ж.Бурлибаев** (председатель); начальник Бюро погоды, к.т.н. **П.Ж.Кожажметов** (зам.председателя); к.ф-м.н. **О.Е.Семенов** (ответственный секретарь); д.г.н. **М.Е.Бельгибаев**; д.т.н., профессор КАТик **А.Д.Акбасова**; д.г.н., профессор **А.А.Турсунов**; д.г.н., профессор **А.Р.Медеу**; д.т.н., профессор **Т.К.Ахмеджанов**; д.т.н., профессор **В.Н.Уманец**; д.г-м.н., профессор **О.В.Подольный**; д.г-м.н., профессор **Н.А.Амиргалиев**; д.г.н. **Ж.Д.Достай**; д.г-м.н., профессор **Д.С.Садыков**; к.г-м.н. **Е.Ж.Муртазин**; к.т.н. **Б.С.Степанов**; д.соц.н., профессор **Б.А.Алдашов**; д.т.н. **А.К.Заурбеков**; к.т.н., с.н.с. **И.С.Тилегенов**; к.т.н. **М.М.Маханов**.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1

Журнал выходит 4 раза в год.

Регистрационное свидетельство № 1538.

Министерство печати РК.

Подписной индекс 75855.

Подписано к печати 20.12.1999г. Формат бумаги 70x100 1/16

Объем 14.5 п.л. Заказ 10. Тираж 500.

Цена договорная

Типография ТарГУ им.М.Х.Дулати, г.Тараз, ул.Сулейманова 7.

СОДЕРЖАНИЕ .

	Стр.
М.Ж.Бурлибаев Об исключительной роли уровня режима в жизнедеятельности речной экосистемы	9
В.К.Бишимбаев, А.К.Адрышев, В.П.Ладысев Анализ и прогнозная оценка загрязнения водных ресурсов промышленной зоны Восточного Казахстана	21
М.К.Алиев, С.Д.Тажобаев Экологические проблемы в Казахстане в период развития рыночных отношений	26
Т.К.Ахметжанов, А.Т.Ахмеджанов, Ж.Е.Алипбекова, Г.А.Сайлыгулова, С.Пак К вопросу методологии проектирования и внедрения ресурсосберегающих технологий добычи и переработки руд для обеспечения экологической безопасности горнодобывающих регионов Казахстана	31
Л.М.Павличенко К технологии построения моделей прогноза изменений экосистем	37
Б.Б.Бакирбаев, Ж.Керимкул, А.Т.Утехожаева Численная модель мезометеорологических процессов в прибрежной зоне водохранилища	61
С.И.Исабай, Е.О.Омаров, М.Н.Сенишков, Г.Е.Омарова Оценка состояния оросительной системы	74
Ж.С.Мустафаев, С.Умырзаков, А.Сагаев, А.Т.Козыкесва, Н.Х.Ахметов, К.Ж.Мустафаев Методологические основы формирования экологически устойчивого агроландшафта	84
М.С.Дуамбеков Рекомендуемый критерий оценки экологической опасности	92
И.Г.Цой, К.Д.Абубакирова, Н.П.Баранская, О.К.Кожаягулов Рациональная технология увеличения количества и повышения качества шерстяного жира, извлекаемого из сточных вод	97
А.Сарсенов Экстракционные и сорбционные способы рекуперации хромсодержащих сточных и природных вод	105
Г.О.Нургалиева, Н.Ж.Гизатулина, М.Т.Ошакбаев, О.Ж.Джусупбеков, А.А.Кабдрахимов, Д.С.Бержанов Исследование возможности использования отхода агломерационного производства и забалансового фосфорита Чилисайя в производстве фосфорсодержащих удобрений	112
С.Т.Тауипбаев, В.К.Бишимбаев Экологические, технические, социальные и экономические аспекты обоснования уровня моря Малого Арала	116
С.Дуамбеков, И.С.Тилегенов Огноз экологически безопасного функционирования Жамбылской асти на среднесрочную перспективу (до 2002 года)	124

А.К.Бишимбаев, А.К.Заурбеков, М.С.Тлеубаева Обоснование размеров водоохранной зоны вдоль водотока (принципы расчета)	129
К.Бейсеуов, Е.Сыргалиев, Ж.Жерликкул, Е.Ж.Усенбеков, К.К.Бейсеуова Экологическая характеристика отработанных растворов коллагенперерабатывающего производства	141
Е.О.Омаров, М.Н.Сенинков, Г.Е.Омарова Комплектование машинно-тракторного парка с учетом наименьшего воздействия на земельные ресурсы	147
Ш.Р.Амриева, А.Асанов Свойства полиэлектrolита, синтезированного сополимеризацией итаконовой кислоты с акриламидом в различных соотношениях	159
Т.К.Ахмеджанов, Н.Ж.Жалгасов, С.Пак, А.Т.Ахмеджанов, Ш.К.Альмухамбетова Опыт определения гидроизоляционных свойств основания при кучном выщелачивании полезных ископаемых	165
М.Е.Бельгибасв Некоторые проблемы экологии Казахстана в третьем тысячелетии	172
М.Ж.Мустафаев, С.Умирзаков, А.Сагаев, Н.Х.Ахметов Проблемы экологического обоснования реконструкции техногенных нарушенных природных систем при мелиорации сельскохозяйственных земель	180
А.Сарсенов Утилизация борсодержащих сточных вод в качестве микроудобрений ..	193
И.М.Панасенко, К.Р.Касенов, С.Х.Бекбаулипа Проблемы экологии и энергетики в Республике Казахстан	197
А.С.Керимбекова, А.А.Бондарь Гравитационный гидротаран	201
Ж.С.Тлеубаев, Ж.А.Алтеев, А.А.Алиева Агрэкологические проблемы уплотнения пахотного слоя почвы	208
М.М.Маханов, Ж.К.Касымбеков, Н.П.Ни Эколого-техническое состояние систем сельскохозяйственного водоснабжения в Казахстане и пути его улучшения	215
А.К.Заурбеков, М.С.Тлеубаева Комплексная оценка экологической устойчивости в бассейне реки	222
М.С.Дуамбеков Технология борьбы с опустыниванием и использование барханных песков в строительстве	234
В.К.Бишимбаев, М.Сахы, И.С.Тилегенов, Н.М.Абзелбектеги Анализ загрязнения окружающей среды в зависимости от интенсивного движения автотранспорта	239
Ө.С.Сейітқазиев Терең қосығудан кейінгі ылғал мен топырақ ерітіндісіндегі осмотикалық қысымды анықтау	244

К.Бейсеуов, Е.Сыргалиев, Ж.Керимкул, Е.Ж.Усенбеков, К.К.Бейсеуова Основные направления повышения экологической эффективности коже- венного производства	250
Е.К.Акымбеков, М.К.Куатбеков Методика выбора рациональной технологии сушки зерна при термиче- ской десорбции	257
Д.А.Кариев, Б.Б.Аманбаев Повышение эффективности экологической безопасности ГЭС и энерго- сбережения	262
М.Г.Габбасов, О.К.Карлыханов, Т.Ч.Тажиева, Д.Г.Кониюшихин Исследование процессов фильтрации в гидротехнике	271

CONTAIN

M.I.Burlibaev About exceptional role of standard regime in river ecosystem life	9
V.K.Bishimbayev, A.K.Adrishev, V.P.Ladisev Analyses and forecast assessment of underground waters pollution of East Kazakhstan industrial area	21
M.K.Aliev, S.D.Tazhibaev Ecological problems in Kazakstan in the period of market-relation development	26
T.K.Akhmetjanov, A.T.Akhmedjanov, J.E.Alipbekov, G.A.Sailvgulova, S.Pak The question of methodology of projecting and inculcation the mining resourcesaving technology and processing ore in revision of ecological security of mining regions of Kazakhstan	31
L.M.Pavlichenco The technology of model construction ecogeosystem	37
B.Bakirhayev, Zh.Kerimkul, A.Utehozhayeva Quantity model mezometeorological processes in the reverside of water tank zone	61
S.I.Isabayev, E.O.Omarov, M.N.Sennikov, G.E.Omarova The asstimation of the irrigation systems condition.....	74
Zh.S.Mustafayev, S.Umyrzakov, A.Sagayev, A.T.Kozykeyeva, N.Kh.Akhmetov, K.Zh.Mustafayev Metodological bases of ecologically stable of agrolandscape	84
M.S.Duambekov Recommended criterion for ecological danger estimation	92
I.G.Tsoy, K.Zh.Abuhakirova, N.P.Baranskaya, O.K.Kozhagulov Rational tecnology of increasing of quantity and quality of wool fat developed from sewage	97
A.Sarsenov Utilization of industrial and natural waters polluted compounds of chrome by extraction and adsorbtion methods	105
G.O.Nurgaliyeva, N.Zh.Gizatulina, M.T.Oshakhayev, O.Zh.Dzhusetbekov, A.A.Kabdrakhimov, A.D.S.Berzhanov The investigation of possibility of usage of agglomerational production and balance phosphite of Chilisay in production of phosphoric fertilizers	112
S.T.Taupbayev, V.K.Bishimbayev Ecological, technical, social and economic aspects of the ground of small Aral sea's level	116
M.S.Duambekov, I.S.Tilegenov Prognosis for ecological secure functioning of Zhambyl oblast in perspective till 2002	124
A.K.Bishimbayev, A.K.Zaurbekov, M.S.Tleubayeva Arrangement of water protection zone's sizes along its waterflow	129

K.Beysenov, E.Syrgaliev, Zh.Kerimkul, E.Zh.Usenbekov, K.K.Beyseuova Ecological characteristic of collagen rehandling production	141
E.O.Omarov, M.N.Sennikov, G.E.Omarova Tractor-machine park's complex with registration smaller influence on land resource	147
Sh.R.Amrieva, A.Asanov The qualities of polielectrolit synthesised by itaconacid with acrilamid in various proportions	159
T.K.Akhmedzhanov, N.Zh.Zhalgasov, S.Pak, A.T.Akhmedzhanov, Sh.K.Almukhambetova The experience of defining of hydroisolated qualities with alkilining of minerals	165
M.Y.Belgihayev Some ecological problems of Kazakhstan in the third millennium	172
M.Zh.Mustafayev, S.Umirzakov, A.Sagayev, N.Kh.Akhmetov Ecological-problem basis of reconstruction of tekhnogenic broken ecosystems in the process of agricultural land melioration	180
A.Sarsenov Utilization of boron-containing drain waters as micro-fertilazers	193
I.M.Panasenko, K.R.Kasenov, S.H.Bechaulina Problems of ecology and energetics in Republic of Kazakstan	197
A.S.Kerimbekova, A.A.Bondar Gravitational hydrotaran	201
Zh.S.Tuleuhaev, Zh.A.Alteev, A.A.Alieva Agroecological problems of consolidation of fertile soil layer	208
M.M.Makhanov, Zh.K.Kasymbekov, N.P.Ni Ecologo-technical state of agricultural water supply systems in Kazakstan and the ways of its improving	215
A.K.Zaurhekov, M.S.Tleuhaeva Complex evaluation of ecological stability in drainage-basin	222
M.S.Duanbekov Technology of struggle against deserting and usage of barkhan sands in building	234
V.K.Bishimbayev, M.Sakhi, I.S.Tilegenov, N.M.Abzelbektegy Analyses environment pollution concerning the work regime of transport	239
A.S. Seitkaziev Definition of humidity of the soil and osmetical pressure of the soil solution after deep crumbling	244
K.Beseyov, E.Syrgaliev, Zh.Kerimkul, E.Zh.Usenbekov, K.K.Beyseuova Main trends of increasing of leather production ecological effectiveness	250

E.K.Akynbekov, M.K.Kuatbekov Temperature fields measurement and adsorbitive concentration on the model of plain grain adsorbents	257
D.A.Kariyev, B.B.Amanbaev Increase of effectiveness and ecological harmlessness of hydro electric stations and preservation of energetic resources	262
M.G.Gabbasov, O.K.Karlykhanov, T.Ch.Tazhieva, D.G.Conyushihin Investigation of the processes of filtration in hydrotechnics	271

УДК.504.4.062.2(574)

**ОБ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ РОЛИ УРОВЕННОГО РЕЖИМА
В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

Канд.геогр.наук М.Ж.Бурлибаев

В современных условиях как научные работники, так и проектировщики не обращают особого внимания на антропогенную посадку уровней воды в гидрологическом режиме водотоков. Между тем известно, что наравне с естественным гидрологическим режимом в жизнедеятельности речной экосистемы исключительную роль играет и уровенный режим воды за счет выхода и затопления поймы. Поэтому, представляется целесообразным обращать пристальное внимание на изменение уровней воды характерных для естественного гидрологического режима водотоков.

Анализ современной деградации речных экосистем показывает, что этот процесс является прямым результатом отсутствия своевременных прогнозных оценок и предвидения возможных последствий тех или иных принимаемых решений в стадий проектирования "Схем комплексного использования и охраны водных ресурсов", связанных прежде всего с нарушением естественного хода гидрологического и гидрохимического режима водотоков. В связи с этим в ретроспективном плане необходимо было разработать методы по недопущению и предотвращению этих негативных последствий, где эти методы должны были составлять основу концепции водохозяйственного планирования и охраны речных экосистем. Но к сожалению, как результат экстенсивного водохозяйственного планирования, этого не произошло.

Следует заметить, что особую сложность в экологической оценке произошедших изменений создает динамичность процессов, как естественная (природная), так и вызванная антропогенной деятельностью человека. Речная экосистема характеризуется большим числом взаимосвязанных факторов, в основном зависящих от хода естественного гидрологического и гидрохимического режима водотоков. В связи с этим

процессом в них невозможно четко выделить роль каждого фактора системы в отдельности. Причем, динамика развития речной экосистемы оказывается результатом совокупного воздействия ее элементов и факторов. И как следствие, исследования, базирующиеся на поиске экологических закономерностей, сталкиваются с необходимостью одновременного учета взаимодействия большого количества процессов различной природы: физико-географических, физических, химических, биологических и т.д. Собрать и анализировать в каждом конкретном случае массовую репрезентативную информацию, а тем более достаточно однородную и изотропную, практически не представляется возможным. И даже при наличии такого объема материалов, большое число наблюдений при существенном числе пробелов в матрицах наравне с отсутствием сведений о характере распределения, делают невозможным применение традиционных методов исследования. В связи с чем многие исследователи прибегают для уменьшения числа анализируемых элементов к критериям Стьюдента или Фишера. При этом немаловажной особенностью речной экосистемы является длительность и динамичность ее развития в зависимости от гидрологического и гидрохимического режима водотоков, что исключает проведение прямых экспериментов для получения исходной информации с целью заполнения пробелов в многолетнем периоде наблюдений. Анализ материалов таких наблюдений зачастую показывает их неоднородность, где важнейшей чертой многих факторов динамики развития экосистемы является цикличность периодов (чередования маловодных, средне- и многоводных периодов).

Как представляется, полноценный анализ динамического развития, а также выработка концепции по восстановлению и сохранению речной экосистемы для целей пересмотра стратегии водохозяйственного планирования, должен базироваться на реальных и достоверных статистических данных, за отдельными компонентами речного комплекса, наблюдаемых в многолетнем разрезе при естественном гидрологическом режиме. В данной статье изучение динамики развития и равновесное положение речной экосистемы будут основываться на динамике биопродуктивности травостоя пойменных лугов в зависимости от уровня режима как производного водообеспеченности весеннего половодья и паводков. При этом следует оговориться, что изменение биопродуктивности травостоя пойменных лугов выступает одним из основных показателей равновесного развития речной экосистемы.

Активная комплексная антропогенная деятельность, наблюдаемая в последние годы, существенно преобразовывают речные экосистемы зачастую приводя к их полнейшей деградации, в том числе с помощью искусственного изменения уровня режима. Повсеместному изменению уровня режима, как и водности в целом, в первую оче-

редь сопутствует зарегулированность речного стока, безвозвратное потребление и перераспределение по территории и т.д. Известно, что при затоплении пойменных лугов, являющихся основными нерестилищами фитофильных рыб и сенокосными угодьями, немаловажную роль играет именно уровенный режим рек. На практике динамику уровенного режима определяют в жесткой взаимосвязи с водностью и это справедливо во всех отношениях для всех рассматриваемых речных бассейнов Казахстана. Как при естественном, так и в нарушенном гидрологическом режиме уровенный режим водотоков является функцией, зависящей от водности (расхода воды), если антропогенное воздействие на водный потенциал выражается только в зарегулированности стока (безвозвратное потребление и перераспределение) и другими видами хозяйственной деятельности не связаны. При этом искусственные посадки уровней являются результатом как зарегулированности стока и деформации русел ниже водохранилищ и других гидротехнических сооружений. В свою очередь деформация русел вызывается чисто гидравлическими характеристиками самого речного стока, то есть большими скоростями водного потока и осветленностью, в результате аккумуляции в чашах водохранилищ и транспортировки по ирригационным каналам взвешенных и влекомых наносов. В большинстве случаев изменение уровенного режима носит сезонный характер, то есть прежде всего связанный со срезкой пиков весеннего половодья и паводков, а также в осенне-зимнюю межень в связи с максимальными попусками, если зарегулированность стока подчинена целям гидроэнергетики. Дальнейшая "интенсификация" использования водных ресурсов и отдельных участков речного бассейна, на которых в неблагоприятную сторону изменяется естественный гидрологический режим и связанная с ним речная экосистема, обусловила необходимость проведения специальных исследований по посадке уровней воды. На основе анализа данных фонда Казгидромета как за периоды естественного, так и нарушенного гидрологического режима с помощью известной зависимости $Q = f(H)$ нами получены количественные характеристики посадки уровней для всех рассматриваемых крупных рек Казахстана. Как отступление от общего контекста изменения уровенного режима необходимо заметить, что нас прежде всего интересовала посадка уровней воды в вегетационный период, так как биопродуктивность пойменных лугов, служащий основным критерием динамического развития речной экосистемы, в основном зависит от объема воды, вышедшей на пойму в этот период года. И что еще немаловажно, вегетационный период по сути своей совпадает с нерестовым периодом для полупроходных фитофильных рыб, представляющих в условиях Казахстана особую ценность, как имеющий промысловое значение после осетровых.

Как показывают расчеты, в результате зарегулированности стока рек с помощью водохранилищ и его перераспределения во времени посадка уровней весеннего половодья р.Урал в створе с.Кушум составляет порядка 162 см в среднемноголетнем разрезе показателей, по сравнению с наблюдаемыми при естественном гидрологическом режиме. Срезка уровней весеннего половодья р.Или в створе села Ушжарма составила порядка 86 см, тогда как эти показатели для р.Тобол - Кустанай составляет порядка 70 см, р. Ишим - Астана - 40 см и в створе г. Петропавловска - 64 см соответственно. При этом заметим, что все эти количественные характеристики приводятся применительно только по среднемноголетним значениям, тогда как изменения уровня режима по месячным показателям разнятся между собой, а также по водообеспеченности в зависимости от периода осреднения.

Проведенный анализ факторов, влияющих на изменения уровня режима, показывает, что антропогенные составляющие можно разделить на две группы: изменения водности года; гидрологическая и гидроморфометрическая ситуация на участках рек, где выявляется посадка уровней. Количественные значения влияния этих антропогенных факторов на уровеньный режим однозначно показывают, что ежегодные изменения для вышеперечисленных рек зависят главным образом от гидравлических характеристик водного потока и имеют разнонаправленные колебания. Изменение уровня режима вообще и посадка уровней в частности р. Иртыш, по сравнению с вышеприведенными речными бассейнами представляет собой весьма сложный процесс. В этом случае к вышеописанным видам хозяйственной деятельности добавляются дноуглубительные работы, ведущиеся в течение длительного периода, начиная с 1939 года. Если в период с 1939 года основной целью дноуглубительных работ была добыча строительных материалов, то начиная с 1960 года на первое место выходит достижение гарантированных глубин для целей судоходства в связи с наполнением Бухтарминского водохранилища. Между тем, эти дноуглубительные работы ведутся по всей длине р. Иртыш, подведомственной управлению Верхне - Иртышского пароходства. Разумеется, это является результатом того факта, что осуществляемые попуски первоначально из Бухтарминского, а далее Усть - Каменогорского и Шульбинского водохранилищ недостаточны для обеспечения требований судоходства.

С 1960 года объемы дноуглубительных работ резко возросли, что не преминуло отрицательно сказаться на уровненом режиме реки. Например, если в 1960 году объемы интенсивности дноуглубительных работ приравнивались к 686 тысячам тонн песчано-гравийной смеси (ПГС) в створе города Семипалатинска, то в последние годы эти объемы достигают 2 млн 360 тысяч тонн. Причем объемы добычи из года в год возрастали и с 1960 года общий объем добычи только в створе Се-

мипалатинска составляет 42 млн 748 тысяч тонн. Общие объемы добычи в створе города Павлодара, начиная с 1970 года составляют около 17 млн тонн. Все эти количественные характеристики доказывают, что попуски, осуществляемые Бухтарминским, Усть - Каменогорским и Шульбинским водохранилищами, согласно рекомендациям "Схемы рационального использования земель в пойме р. Иртыш", составленной институтами "Ленгипроводхоз" и "Гидропроект" не достаточны для обеспечения требований судоходства по части гарантированных глубин по всей длине водотока. Необходимо подчеркнуть, что аналогичные дноуглубительные работы ведутся также и в Омской области Российской Федерации.

Для выявления изменения уровня режима р. Иртыш нами проанализированы многолетние ряды наблюдений за приращением уровней воды в створах Семипалатинск, Семиярское, Черлак, Павлодар и Омск. Причем эти многолетние данные наблюдений расчленены на два самостоятельных периода, то есть на периоды с естественным и нарушенным гидрологическим режимом. На основании известной зависимости $Q = f(H)$ нами выявлены изменения уровня режима как в разрезе отдельных месяцев, так и в холодные и теплые периоды года (табл.1) при различных обеспеченностях. Полученные связи уровня режима с водностью характеризуются корреляционными отношениями от 0,68 до 0,92.

Таблица 1

Количественные характеристики посадки уровней воды р.Иртыш под влиянием антропогенных факторов

Створ	Периоды осреднения							
	осенне - зимняя межень				весенне-летний период			
	обеспеченность, %							
	25	50	75	95	25	50	75	95
Семипалатинск	-95	-100	-94	-108	-96	-173	-152	-122
Семиярское	-45	-43	-80	-65	-58	-158	-35	-102
Павлодар	-90	-100	-114	-135	-168	-160	-160	-160

Как видно из таблицы, снижение уровней воды в различных створах неоднозначны, то есть при наличии общей тенденции к снижению их количественные значения для различных гидропостов в зависимости от периодов осреднения приобретают различные размахи колебания, характеризующихся неоднозначными увеличениями или уменьшениями посадки уровней. Например, в створе г. Павлодара и Омска в осенне-зимнюю межень наблюдается постоянная увеличение посадки уровней от многоводности к маловодности, тогда как эти показатели для Семипа-

латинска и Семиярска такой четкой тенденции не имеют, и они обозначены некоторой стохастичностью. Это, по-видимому, объясняется как гидроморфологией отдельных створов и назначения отметок нуля графика, так и интенсивностью дноуглубительных работ. Такая же неоднозначность посадки уровней наблюдается и в весенне-летний период.

Анализ полученных данных показывает, что самые максимальные значения посадки уровней отмечены в створе Семипалатинска в весенне-летний период в 173 см при 50% обеспеченности. Минимальные значения посадки уровней в 35 см отмечены в створе Семиярска в весенне-летний период при 75% обеспеченности. Для проверки достоверности полученных данных исследования посадки велись и другими методами. Например, по рядам многолетних данных за расходами и уровнем воды был построен график связи модульных коэффициентов среднегодовых расходов и уровней, освещающих периоды как с естественным, так и с нарушенным гидрологическим режимом. Корреляционные отношения характеризуются при этом от 0,91 до 0,94, что в свою очередь свидетельствует о достаточной тесноте связи. С помощью использования этих модульных коэффициентов среднегодовых расходов воды и упомянутого графика связи были получены вторично модульные коэффициенты среднегодовых уровней, а затем и расчетные среднегодовые уровни воды как за периоды с естественным, так и с нарушенным гидрологическим режимом. По этим данным также получены количественные характеристики посадки уровней. Таким образом, сопоставление расчетных и фактических среднегодовых уровней воды показывает, что расчетные методы занижают значения посадки уровней порядка на 10-15% в силу сглаживания при переходе к модульным коэффициентам от фактических данных среднегодовых уровней воды. Считаем в этой связи более подробно рассмотреть влияние дноуглубительных работ на посадку уровней воды.

Производство дноуглубительных работ, для целей судоходства, существенно будет влиять на уровенный режим реки и в дальнейшем не зависимо от того, что она ведется по всей длине реки или карьерным способом в отдельных створах, ибо при этом затрагивается вопрос гидравлики водного потока (скорость, мутность, взвешенные и влекомые наносы), приводящий к деформации речного русла. При этом будут изменяться в первую очередь морфометрические параметры русла реки, где главными влияющими факторами будут выступать водность реки и объемы изъятых инертных материалов.

Для количественной оценки влияния дноуглубительных работ на величину посадки уровня нами был построен график связи между объемами дноуглубительных работ и величиной посадки в створе Семипалатинска. Полученные связи характеризуются линейной зависимостью с коэффициентом корреляции $r = 0,92$. Полученный график связи также свидетельствует о постоянном прямо-пропорциональном увеличении по-

садки уровней воды при возрастающих из года в год объемах дноуглубительных работ. В последние годы увеличивающиеся значения посадки уровней в ряде случаев послужила причиной прекращения дальнейшего производства дночерпательных работ, когда многочисленные гидротехнические сооружения, непосредственно функционирующие в русле реки, оголяются.

Аналогичные попытки по определению влияния дноуглубительных работ на посадку уровней воды в створе г. Павлодара привели к тому, что корреляционные связи выражены слабо ($r = 0,48$), по видимому из-за короткого ряда статистических данных по объему добываемых инертных материалов наряду с морфометрическими особенностями речного русла в этом створе. Хотя, необходимо подчеркнуть, что общая тенденция зависимости посадки уровней от объемов дноуглубительных работ характерна и для этого участка.

Как и другие пойменные луга, пойма р. Иртыш, с площадью 3695 квадратных километров от Шульбы до Черлака [3], являются наиболее продуктивными естественными кормовыми угодьями региона, существование и устойчивость которого базируется и предопределяется в жесткой взаимосвязи с естественным гидрологическим режимом реки. В связи с современной деградацией речной экосистемы в настоящее время и на перспективу встает задача восстановления естественного гидрологического режима вообще, а пойменных лугов как неотъемлемой части речной экосистемы в частности. В настоящей статье наши исследования по части изучения динамики речной экосистемы будут базироваться на работе Н. В. Ткаченко [5], анализировавшего урожайность пойменных лугов в зависимости от продолжительности затопления. В его работе хорошо освещены корреляционные связи урожайности по трем основным типам растительности, а именно: злаково-полянному, злаково-разнотравному, осоково-злаково-разнотравному от продолжительности затопления пойменных лугов. Результатирующими факторами Н. В. Ткаченко являются выводы за отдельно взятые годы, или иначе так называемые дискретные случаи из аппарата математической статистики. Для изучения динамики речной экосистемы наибольшую ценность представляет, наравне с общей урожайностью, изменение видового (флористического) состава травостоя и их произрастания по отдельным фазам во взаимосвязи с распределением стока реки во внутривегетационном цикле. Не менее важную часть исследования также представляет определения исследованного автором реальные годы по водообеспеченности (через уровеньный режим) в многолетнем разрезе для разработки сетевых графиков попусков из водохранилищ. К сожалению, в выше названной работе не объяснены влияние различных по срокам затапливаемости на урожайность и флористический состав травостоя из позиции классической мелиорации и физиологии растений, хотя и констатируется дости-

жения максимальных урожаев при затоплении пойменных лугов сроком в 25-30 суток. Анализ и решение перечисленных вопросов автором по видимому не предусматривались.

Как показывают наши собственные исследования, для дальнейших расчетов представляется целесообразным перейти от коррелирования между урожайностью и длительности затопления поймы к установлению количественной связи между урожайностью и обеспеченностью весеннего половодья и паводков, из-за ограниченности или отсутствия статистических данных по длительности затопления пойменных лугов. При таком переходе упрощаются решаемые задачи, т.к. отпадает необходимость в определении створов и абсолютных отметок выхода воды на пойму, что несомненно сопровождалась бы дополнительными расходами на геодезические изыскания. При этом мы отдаем отчет в том, что длительность затопления поймы является интегральным показателем в определении биологической продуктивности травостоя. Но также справедливо и то, что продолжительность затопления за реальный год в неизученных створах на практике может быть определена только с помощью специально проводимых экспедиционных исследований. Поэтому в данной работе мы вместо продолжительности затопления за реальные годы будем пользоваться водообеспеченностью весеннего половодья и паводков, так как наблюдения за гидрологическим режимом реки ведется в многолетнем периоде. В результате удлинения коррелируемых рядов нами вторично получены более тесные связи ($r=0,73$) между урожайностью и обеспеченностью весеннего половодья и паводков.

Установленные корреляционные отношения как и у Н. В. Ткаченко - параболические и соответственно описываются уравнением регрессии

$$U = -const_1(P)^2 + const_2(P) + const_3; \quad (1)$$

где: U - урожайность травостоя пойменных лугов, ц/га; P - водообеспеченность весеннего половодья и паводков, в %; $const_1, 2, 3$ - эмпирические градиенты, отличающихся для различных частей пойменных лугов.

Итак, полученные зависимости имеют не только математический смысл, но также физическое объяснение и обоснования. Водообеспеченность, как интегральный показатель водности и уровня режима, каждого года выражается через продуктивный влагообеспеченность корнеобитаемого слоя и соответственно определяется как:

$$W_i = W_1 - W_2,$$

где: W_i - продуктивный влагозапас корнеобитаемого слоя почвы i -го

года, в мм; W_3 - влагозапас почвы соответствующий завяданию растения, в мм.

Таким образом, с учетом этого разъяснения из курса физиологии растений выражение (1) принимает следующий вид:

$$U = - \text{const}_j (W_1 - W_3)^2 + \text{const}_j (W_1 - W_3) + \text{const}_k, \quad (3)$$

Дальнейшее исследование этого уравнения на предмет определения максимальной продуктивности показывает, что оно достигается путем:

$$dU/d(W_1 - W_3) = - \text{const}_j (W_1 - W_3) + \text{const}_k, \quad (4)$$

Полученные связи между урожайностью и обеспеченностью также показывает, что максимумы производства травостоя приходится на средние по обеспеченности (Р-50-60%) весеннего половодья и паводков, тогда как на многоводные и маловодные годы по обеспеченности урожаи травостоя снижаются. К аналогичным выводам, в результате многолетнего наблюдения, приходит и И.С.Никитин (1972), на примере центральной части поймы реки Оки. Полученные результаты характеризуются тем, что максимальные урожаи пойменных лугов в средние и среднемноговодные годы характерны как в отношении краткосоемой средней поймы, так и в отношении длительно затопливаемой низкой поймы (травостой при этом отличается преимущественным преобладанием гидро- и гигрофильных сообществ). Также установлено, что продуктивность пойменных лугов страдает не только от недостаточной увлажненности, в результате краткосоемости или отсутствия затопления, но и от избытка влаги при продолжительном затоплении. При этом от избытка влаги растения страдают не меньше, чем от ее недостатка. При длительном затоплении вода заполняет почвенные капилляры и корни растений испытывают недостаток кислорода, что прежде всего отрицательно сказывается на поступлении в них минеральных веществ и других элементов питания. В результате чего в растении нарушаются все важнейшие физиологические процессы (фото- и биосинтез углеводов, белков, хлорофила и т. д.). В таких условиях растение вынуждено переходить на угнетенное или вовсе на бескислородное дыхание, при обязательном выработывании токсичного для клеток этанола. Общеизвестно также, что длительное затопление приводит к усилению деятельности в корнеобитаемом слое различных видов анаэробных микроорганизмов, результатом чего является накопление продуктов неполного окисления органических веществ, иначе так называемые болотными токсинами (аммиак, метан, сероводород, соли закисного железа и т. д.), что в свою очередь угнетает процессы жизнедеятельности растений.

Избыток влаги при длительном затоплении хорошо переносят только гидро- и гигрофиты, у которых развита аэренхима, обеспечивающая хорошую проводимость кислорода во все органы. Более продолжительное, чем в средней обеспеченности, затопление сопровождается высокими уровнями стояния грунтовых вод в послепоемное время и ведет не только к снижению урожайности, но и к выпадению или угнетению отдельных видов сообщества из состава общего фитоценоза. А также потере этими сообществами прежней ценотической роли, развитию и утверждению более гидро- и гигрофильных видов, входящих в состав ценоза в виде развитых растений. При краткочасности или в отсутствие затопления пойменных лугов дефицит водного баланса корнеобитаемого слоя начинает ощущаться до начала вегетационного периода. Сохранившийся некоторый запас влаги относительно благоприятствует временному сохранению травостоя только в начале вегетационного периода. При наступлении почвенной засухи из-за отсутствия стока весеннего половодья и паводков развивается глубокое завядание, следствием чего выступает нарастание различных физиолого-биохимических расстройств, охватывающих все жизненно важные функции сообщества растений, что в свою очередь приводит к их гибели.

Анализ материалов по выходу воды на пойму, а также продолжительность затопления показывают, что в результате зарегулирования стока каскадом водохранилищ, в створе Павлодара среднепогодная затопляемость в 40 суток снижена до 10 суток. В створе Иртышка из 65 суток до 10, в створе Черлак из 35 суток до 9, что в 3-6 раз меньше чем наблюдавшийся затопление при естественном гидрологическом режиме р.Иртыш. Динамика изменения водности реки показывает, что в створах Шульба, Семиарское срезка пика весеннего половодья и паводков имеют ярко выраженный характер, при обязательном увеличении стока осенне-зимнего межени. Разумеется, что динамика изменения речной экосистемы, изучаемый в данной статье через призму урожайности травостоя заливаемых пойменных лугов также имеют зависимость от наступления сроков вегетации, температурного и наносного режима водотока. Учитывая ограниченность объема данной статьи считаем, что выявления зависимости урожайности и изменения флористического состава от выше перечисленных параметров темой для отдельного разговора. Наряду с изменением урожайности травостоя в зависимости от продолжительности затопления, эти же затопления имеют огромное значение для воспроизводства фитофильных рыб, где эти затопливаемые угодья являются основными нерестилищами. Изменения водного и уровня режима, как и другие изменения (температурный и наносные режимы, общая загрязненность водного потенциала) привели к общему подрыву воспроизводства рыбных запасов. Следует также заметить, что интенсификация дноуглубительных работ

приводят не только к изменению обычных условий нереста фитофильных и литофильных рыб, но и коренным образом изменяет кормовую базу гидробионтов. К сожалению, эти изменения кормовой базы нашими ихтиологами и гидробиологами изучены очень слабо или вовсе не изучались. По этой причине мы можем всего лишь сослаться и констатировать материалы Российских исследователей. Например, по данным сотрудников НИИ биологии и биофизики при Томском университете А.Журавлева, В.Залозной и др.[4], в зонах производства дноуглубительных работ количество фитопланктона встречается в два раза меньше чем в нетронутых участках рек. И видовой состав фитопланктона при этом выглядят намного беднее. Исследования по зоопланктону и зообентосу также показывают, что их изменение единичны фитопланктону.

Все эти выводы послужили фактором для проведения дополнительного исследования по прогнозированию уровня режима на перспективу. При этом нас больше всего интересовал вопрос взаимосвязи изменения уровня режима с планированием воспроизводства рыбных запасов и урожайности травостоя в зависимости от предполагаемых затоплении пойменных лугов. В основу исследования положен общеизвестный динамико-статистический метод прогнозирования, предъявляющий жесткие требования к исходной информации [1,2]. Полученные результаты показывают, что при дальнейшей интенсификации дноуглубительных работ в ближайшие 3-5 лет произойдут, в руслевом процессе р. Иртыш, необратимые негативные последствия и прежде всего они отразятся на отметках выхода воды на пойменных участках. Таким образом искусственное изменение гидрологического, гидрохимического режима р.Иртыш в совокупности с дноуглубительными работами приводит к адаптационному синдрому в условиях обитания гидробионтных и бентосных сообществ, что в свою очередь заканчиваются летальными исходами для отдельных видов сообщества.

Литература

1. Алехин Ю.М. Динамико-статистический метод прогноза геофизических макропроцессов// Тр. ЛГМИ - Л.: Гидрометеиздат, 1961.- Вып.22.- С.97-123.
2. Алехин Ю.М. Статистические прогнозы в геофизике. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1963.- 86 с.
3. Андерсон А.Б., Маркова О.Л., Русс Ю.В. и др. Оценка потерь стока р.Иртыш от с. Шульбы до г. Омска // Тр. ГГИ - Л.: Гидрометеиздат, 1986.- N 293.- С.89-107.
4. Журавлев А.Б., Залозная В.В., Коновалюк Е.Ф. и др. Влияние промышленных разработок гравия в русле реки Томи на гидрофауну//

М. Суров

IV съезд Всесоюзного гидробиологического общества. - Киев, 1981.
- С.120-122.

5. Ткаченко Н.В. Пойму Иртыша - на службу животноводству - Алма-Ата:Кайнар, 1977. - 12 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ӨЗЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІ ТІРШІЛІГІНДЕГІ ДЕНГЕЙЛІ ТӘРТІБІНІҢ ЕРЕКШЕ ҚЫЗМЕТІ ТҮРАЛЫ

Геогр.ғыл.наук М.Ж.Бурлибаев

Қазіргі жағдайларда ғылыми қызметкерлері, жобалаушылар су ағымдарының гидрологиялық тәртібіне сәйкес, су деңгейінің адам тіршілігіне сай азаюына ерекше мән бермейді. Өзен тіршілігінің экологиялық жүйесіндегі табиғи гидрологиялық жағдайына сәйкес судың тасуына және жағаға жайылу себебінен оның деңгейінің көтерілуіне ерекше әсер етеді. Сондықтан, су деңгейінің табиғи гидрологиялық тәртібіне сай көтерілуіне ерекше көңіл бөлу керек.

УДК 628.356.001.573: 556.338 .

**АНАЛИЗ И ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Докт. техн. наук	В.К. Бишимбаев
Докт. техн. наук	А.К. Адрышев
Канд. техн. наук	В.П. Ладысев

В статье рассмотрены загрязнения подземных и поверхностных вод, перспективы их использования, необходимость создания информационно-экологической системы мониторинга подземных водоисточников. В качестве иллюстрирующего примера сделана попытка прогнозной оценки изменения качества воды водоисточников города. Полученные результаты показали удовлетворительное совпадение с фактическими данными.

Вынужденные процессы уменьшения производства минерально-сырьевых и топливных ресурсов в 92-97 годах, должны были благоприятно сказаться на состоянии внешней среды, особенно в таких областях как Восточно-Казахстанская.

Учитывая, что наиболее крупные предприятия, такие как Лениногорский полиметаллический, Зыряновский свинцовый и комплекс металлургических комбинатов г. Усть-Каменогорска, расположенные непосредственно на берегах реки Иртыш и ее притоков, практически работали на 25-35% своей мощности, в эти годы прогнозировалась стабилизация процесса загрязнения среды и некоторые улучшения качества подземных и поверхностных вод.

Однако исследования проведенные в 97-98 годах не подтверждают эти прогнозы, а в некоторых случаях идут обратные процессы. Действительно, уменьшение техногенной нагрузки на воздушный бассейн перераспределило роль основных факторов вызывающих изменения как поверхностных так и подрусловых вод бассейна реки Иртыш. Значительно уменьшились сбросы промышленных предприятий, но мощности очистных сооружений и для этих объемов по прежнему не

хватает. На состоянии как поверхностных так и подрусовых вод начинает активно сказываться прошлая деятельность человека в виде мусорных свалок, терриконов, отвалов и других сооружений для хранения отходов его деятельности и деятельности промышленных предприятий.

Нами была проделана определенная работа по прогнозированию системы подрусовых вод бассейна реки Иртыш от конкретного объекта - отвала одного из крупнейших комбината города. В терриконах и вокруг них были взяты пробы до глубины 23 метра через 0,5 метра по глубине от световой поверхности. Работы проводились специализированной аттестованной организацией. По полученным данным и существующим гидрогеологическим картам была поставлена задача оценить процессы протекающие в подрусовом слое. Так как набор загрязняющих элементов достаточно велик, то прогноз был сделан по следующим элементам: мышьяк, селен, цинк, свинец, кадмий. При проведении этой работы - основные затруднения и соответственно основной источник ошибок связан с определением характеристик грунта.

Анализ результатов показывает, что угроза ухудшений качества подземных вод происходит не только от угнетения биосистемы реки Иртыш, но и от результатов прошлой деятельности человека. Отходы производства, пролежавшие в отвалах и терриконах достаточное количество лет, начинают активно оказывать свое влияние на среду.

В большинстве случаев, не задумываясь, в одно место было сконцентрировано большое количество отходов разных производства и с разных переделов, которые пролежав определенное количество лет, породили процессы, за счет которых пошел процесс более интенсивного заражения подземных вод и фильтрующего слоя грунта.

В связи с ростом изменений качества подземных вод встает задача непрерывного контроля изменения состава примесей подземных вод региона. Необходимость создания локальной информационной системы экологического мониторинга диктуется несколькими соображениями: во-первых, промышленная деятельность человека привела к образованию и накоплению большого количества отходов на территории региона и города, которые в настоящее время начинают оказывать влияние на качество подземных вод; во-вторых, все старые хозяйственные водозаборы на территории города должны быть по разным причинам вынесены с городской территории; в-третьих, основные поверхностные водоисточники, взаимодействующие с подземными, также нуждаются в непрерывном контроле. Здесь и далее информационная экологическая система мониторинга понимается несколько шире простого мониторинга, в нее, кроме непрерывного отслеживания, включаются функции анализа, учета, прогнозирования и выработки рекомендаций по управлению качеством. В данной статье рассматривается только одна функция этой системы - прогнозирование. Прогнозирование как

специфический вид научного анализа находит более или менее широкое применение в области естественных явлений (прогноз погоды, паводков и вероятно с большим успехом может использоваться и для таких инерционных процессов как изменение качества воды и т. д.).

Прогнозные оценки изменения качества подземных вод должны, в частности: выяснить возможности появления какого-либо компонента в поверхностных и подземных водах водосемов в недопустимых концентрациях; определить возможные направления и скорости переноса этого компонента в водоносных слоях и предсказать продолжительность движения фронта загрязнения до ближайших водозаборов; дать расчетное обоснование границ зоны санитарной охраны этих водозаборов и рациональных мероприятий по охране подземных вод региона от загрязнения.

Еще одним немаловажным аспектом проблемы прогноза загрязнения подземных вод является прогноз состояния подземного водоисточника на определенный период времени.

Анализ фактических данных взятых по предприятию "Водоканал" показывает, что процесс фактического загрязнения всех существующих водоисточников имеет возрастающий характер.

Следуя классической схеме статистического анализа в соответствии с гипотезой о существовании тенденции загрязнения, нетрудно показать ее наличие.

Дальнейший анализ показывает, что кривая, отражающая динамику загрязнения водоисточника, имеет высокую колеблемость. Для более четкого проявления тенденции желательно провести механическое выравнивание ряда. Один из приемов сглаживания заключается в использовании скользящих средних. Их применение позволяет сгладить периодические и случайные колебания и тем самым проявить имеющуюся тенденцию развития процесса.

Для примера возьмем фактические данные, относящиеся к одному из водозаборов системы водоснабжения города. Результаты предварительной обработки ряда подвижными средними, приведены на рисунке 1.

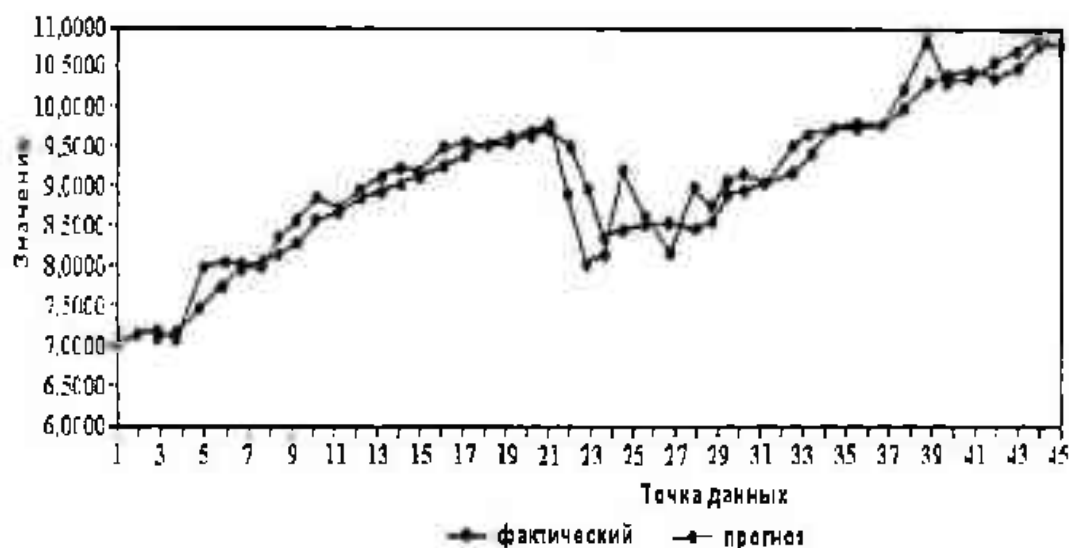


Рис. 1. Выравнивание данных с помощью скользящих средних

Выбор формы кривой для получения удобной аппроксимационной зависимости - одна из основных проблем в задачах прогнозирования. Здесь надо отметить, что эта задача стоит в основном при исследовании информационных объектов. Существует несколько практических приемов, которые позволяют выбрать адекватную действительной динамике форму кривой.

Наиболее простой - визуальный.

Второй путь заключается в применении метода последовательных разностей. Однако такой подход далеко не универсален, к тому же его предпосылки могут и не быть адекватными рассматриваемому реальному процессу [1.2].

К выбору формы кривой можно подойти и иначе. Например, часто его осуществляют исходя из значения показателя корреляции, методом перебора. В данном случае в качестве примера можно рассмотреть построение динамического ряда, отображающего величину загрязнения водоемочника, в виде нескольких следующих зависимостей. Ниже (рис.2) приведены несколько из них:

$$y=0,0626 \cdot t+7,6919; y=1,1399 \cdot \ln(t)+5,7906; y=0,0626 \cdot t+7,6919;$$

$$y=6,222 \cdot t^{0,1289}; y=7,7439 \cdot e^{0,0069 \cdot t}$$

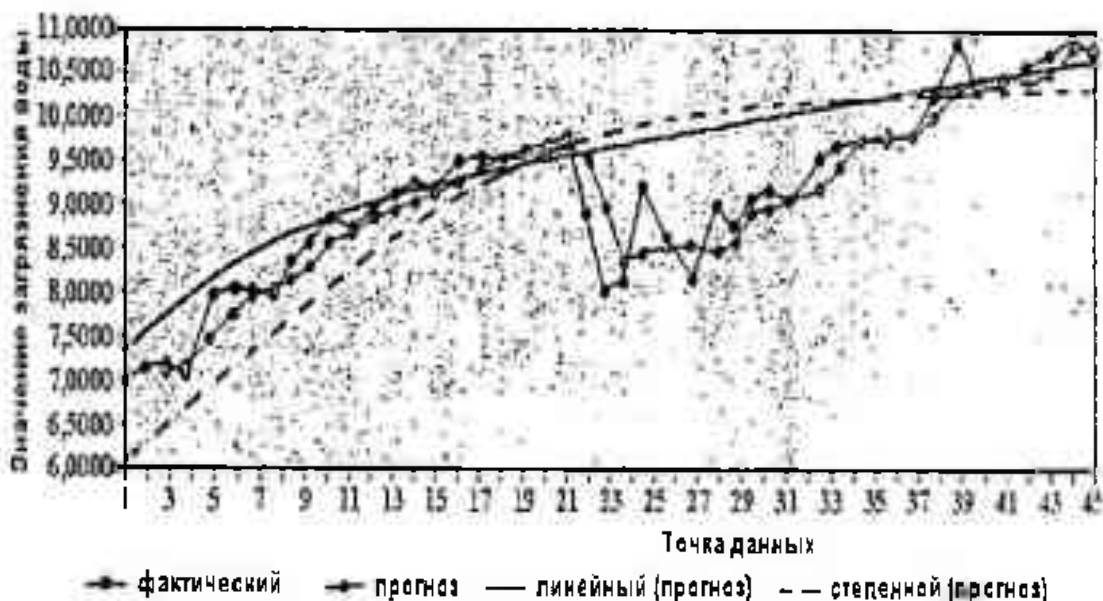


Рис.2. Аппроксимационные кривые исходного временного ряда

По найденным кривым, сделана попытка спрогнозировать качество воды на I квартал 1998г., проверка которого показала удовлетворительное совпадение с фактическим значением. Но далее необходимо отметить, что сезонность процесса, предложенным методом не раскрывается. Для более длительного исследования задачи прогнозирования

качества воды использовались адаптивные методы краткосрочного прогноза [3], в которых делались попытки учесть сезонность процесса. Но применение этих методов также не дало достаточно хороших результатов. Основное направление в настоящее время в развитии прогноза качества воды - это системный подход в анализе элементов взаимодействия. Правильная оценка вклада каждого элемента взаимодействия включенного в модель качества воды - это основная гарантия успешного прогноза [4].

Таким образом, задачу прогноза можно свести к нахождению бинарного нестационарного отношения между двумя элементами системы и подбора необходимой шкалы ранжирования этих отношений входящих в рассматриваемую модель. Естественно, что как и везде и здесь в основе прогноза лежит "здоровый разум" помноженный на знания прогнозируемого процесса, опыт и интуицию.

Литература

1. Кемниц Ю.В. Математическая обработка зависимых результатов измерений. - "Недра", М.: 1970,- 192 с.
2. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований). - Недра, Л.: 1980. - 320 с.
3. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. Статистика. М.: 1985. - 185 с.
4. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. Статистика. М.: 1975. - 192 с.

Восточно-Казахский технический университет им.В.Серикбаева
Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ӨНЕРКӘСІП АЙМАҒЫНЫҢ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БОЛЖАМДЫ БАҒАЛАУ

Техн.ғыл.докт.	У.К.Бишімбаев
Техн.ғыл.докт.	А.К.Адрышев
Техн.ғыл.канд.	В.П.Ладысев

Аймақтағы су қорларының ластануын, оларды келешекте пайдалану мүмкіншіліктері және ақпаратты-экологиялық бақылау (мониторинг) жүйесін құру қарастырылған. Қаладағы су қорларының су сапасының өзгеруін болжамды бағалау үшін алғашқы зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелер фактілі берілгендерімен сәйкес келетінін тұжырымдайды.

УДК 577.4:658.11(574)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В КАЗАХСТАНЕ
В ПЕРИОД РАЗВИТИЯ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ**

Канд.экон.наук М.К.Алиев
Канд.экон.наук С.Д.Тажигаев

Рассмотрены основные проблемы природопользования и охраны окружающей среды с современных условиях хозяйствования: управление, контроль и финансирование природоохранной деятельности. Поднимаются вопросы международного опыта и сотрудничества в решение экологических проблем.

Проблемы экологии и охраны окружающей среды во всем мире обрели исключительную актуальность, стали одной из важнейших государственных задач, от решения которых зависит благосостояние не только нынешнего, но и будущих поколений

В области охраны окружающей среды Казахстан руководствуется принципами соблюдения приоритета всеобщей экологической безопасности.

Республика Казахстан как полноправный член ООН учитывает актуальность для страны принципов подписанной им Декларации Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию, в которой, в частности выделена категория стран, чья окружающая среда наиболее уязвима с точки зрения приоритетов Повестки Дня ООН на XXI век, а также международных конвенции по борьбе с опустыниванием, о биоразнообразии, об изменении климата и считает их соблюдение членами мирового сообщества жизненно важным для обеспечения глобальной, региональной и национальной экологической безопасности и устойчивого развития современной цивилизации и особенно стран, переживающих стадию перехода на рыночную экономику.

Это обуславливает необходимость адекватного учета естественно-исторических и географических условий и особенностей сложившегося уклада природопользования в стратегических приоритетах структурных пре-

образований и оптимизаций производства для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития страны в региональных и глобальных аспектах. Поэтому в Казахстане была разработана Концепция экологической безопасности Республики Казахстан от 30 апреля 1996 г. №2967.

Данная Концепция разработана на основе Конституции, законов Республики Казахстан, одобрена распоряжением Президента РК и иных нормативных правовых актов нашей страны. В Концепции содержатся основополагающие принципы, стратегические цели, задачи и приоритетные направления обеспечения экологической безопасности РК. Особое внимание уделяется адекватной роли, функциям и статусу природоохранных структур в обеспечении общенациональной безопасности страны, защите суверенных интересов, достижению стратегических целей, решению приоритетных задач Казахстана в глобальных и региональных интеграционных процессах.

Основополагающим принципом управления природоохранной деятельностью в республике является разделение функций государственного и хозяйственного управления, функционирующая в рамках основной структуры административно-территориального деления республики – области на базе экологической оценки и физико-географических районов, а в части водных ресурсов – бассейнов рек и водоемов.

Для каждой области разрабатывается территориальная комплексная система охраны окружающей среды, на основе которых разработаны экологические программы страны:

- долгосрочная – Казахстанская Повестка Дня на 21 век – для обеспечения экологической безопасности Республики;
- неотложная – национальный план действий по охране окружающей среды и устойчивого развития.

Проведение единой экологической политики и обеспечение экологической безопасности требует совершенствования системы природоохранной деятельности и охраны окружающей среды.

Мировой опыт свидетельствует, что рыночные отношения и конкуренция ведут к значительному повышению технического уровня производства, при стимулировании ресурсосберегающей технологии. Между тем переходный период возникает серьезная опасность обострения экологических проблем, в связи с наличием следующих факторов:

- разрушение хозяйствующих связей;
- финансовые трудности хозяйствующих субъектов, ограничивающие возможности выполнения проектно-технологических режимов и экологоохранных мероприятий;

- снижение эффективности государственного контроля за использованием природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Резкое повышение самостоятельности хозяйствующих субъектов, расширение предпринимательской активности, характерные для переходной экономики, многократно усугубляют угрозу ухудшения экологического качества жизни населения, побуждает к чрезмерной эксплуатации земельных ресурсов, водных, минерально-сырьевых ресурсов, содействуют экстремальному загрязнению воздушного и водного бассейнов.

Анализ окружающей природной среды в Казахстане показывает, что в республике практически отсутствует районы, благополучные в экологическом отношении. Во многих случаях деятельность отраслей экономики осуществляется в масштабах идущих в разрез с ними. Эти процессы зашли так далеко, что без изменения способов и методов ведения экономики окружающая среда в отдельных регионах будет поставлена на грань полной деградации.

Экологическая ситуация может быть стабилизирована и улучшена путем изменения ориентации социально-экономического развития, пересмотра структуры потребностей, целей, приоритетов и способов деятельности человека, формирования новых ценностных и нравственных установок. А для этого нужно разработать комплекс радикальных политических, законодательных, социально-экономических, технологических и иных мер.

В современных условиях хозяйствования первоочередной задачей является повышение эффективности государственного контроля за природоохранной деятельностью и охраны окружающей среды.

Он должен проводится с целью предупреждения и пересечения нарушений правил эксплуатации, определенных проектной документацией, нормами, правилами и законодательством по охране окружающей среды, независимо от ведомственного подчинения. Поэтому необходимо установить четкую систему экологических ограничений и регламентаций режимов природопользования как по территориям, так и по экосистемам; ввести лицензирование природопользования; объединить под общим методическим и организационным руководством действующие на государственных и ведомственных территориях системы наблюдения и контроля за состоянием природных ресурсов и объектов окружающей среды; создать сеть стационарных и передвижных технических средств контроля за источниками загрязнения природной среды.

Обеспечение эффективного управления за природоохранной деятельностью зависит от приведения в действие принимаемых во исполнение нормативных и правовых актов. Однако, действующие в настоящее время нормативно-технические документации, как по количеству, так и по содержанию, недостаточны для улучшения экологической обстановки. Тех-

нические и методические документы, касающиеся разных видов воздействия на компоненты природной среды в тех или иных отраслях экономики, не образуют единой системы; рассредоточены более чем в 800 документах, около 80% которых рекомендательного характера.

Нормативно-технические документации должны учитывать глубокий характер негативных изменений экосистемы региона и необходимость их восстановления. В первую очередь это относится к руководящим документам по охране водных объектов и земель, расчетов параметров экологических нормативов суммарного воздействия на окружающую среду, прогноз состояния экосистемы и пакета прочих, в том числе временных норм и регламентов.

При разработке нового или пересмотре существующего законодательства экологическая политика должна рассматриваться, по крайней мере, на равных правах с политикой в других областях. А все отрасли законодательства должны включить в себя нормы и положения об охране окружающей среды. Очевидно, что указанная нормотворческая работа должна вестись на соответствующей правовой основе, подведенной под межгосударственные отношения в области экологической безопасности.

Рациональная система налогообложения – один из наиболее результативных видов государственного контроля природопользователя. Между тем, сегодня налоговой системой контролируется, и то не в полной мере, только недропользователи и землепользователи. Но природой пользуются не только они.

Необходимы совершенствование механизма установления и взимания платы за загрязнение природной среды:

- применение повышенных нормативов платы за превышение установленных лимитов выбросов и сбросов вредных веществ, размещения отходов;
- предоставление права территориальным органам управления устанавливать предприятиям плату за загрязнение с учетом качественного состава выбросов и сбросов, остроты экологической ситуации в конкретных ситуациях;
- индексация уровня платы с учетом инфляций;
- предоставление предприятиям льгот при реализации природоохранной мероприятий за счет собственных средств.

В условиях перехода страны к рыночной экономике срочными мерами по формированию эффективного механизма природопользования должны быть:

- формирование рынка природных ресурсов;
- социально-экономическая оценка природных ресурсов как части национального богатства Казахстана;

- формирование центральных и территориальных Кадастров природных ресурсов как основы для принятия хозяйственных решений и развитию и размещению производительных сил;
- совершенствование системы платности природопользования, включая введение платы за право пользования природными ресурсами, охрану и воспроизводство природных ресурсов, а также штрафных санкций сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов;
- развитие арендных и концессионных форм пользования природными ресурсами и объектами;
- перевод отраслей и организаций, осуществляющих охрану и воспроизводство природных ресурсов, на самофинансирование путем создания внебюджетных центральных и региональных фондов по охране и восстановлению отдельных видов природных ресурсов.

Важным элементом осуществления экологической политики является разработка и реализация целевых государственных программ окружающей среды и рационального природопользования. Большая часть мероприятий которых должна финансироваться за счет средств местных бюджетов, экологических и инвестиционных фондов и собственных средств предприятий.

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати

ҚАЗАҚСТАН НАРЫҚ ДАМУ КЕЗІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯ ПРОБЛЕМДЕРІ

Экон.ғыл. канд.
Экон.ғыл. канд.

М.Қ.Әлиев
С.Д.Тажібаев

Нарыққа өту кезіндегі негізгі айналадағы ортаны қорғау және табиғатта пайдалануы проблемалар қарастырылған: басқару, бақылау және қаржыландыру. Экологияның халықаралық және ынтымақтастық проблемаларды шешу жағдайындағы тәжірибе сұрақтары көтерілген.

УДК 622.822: 628. 54 (547.42)

**К ВОПРОСУ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И ВНЕДРЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ РУД ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ
РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА**Канд.техн.наук
Докт.техн.наукТ.К.Ахметжанов
А.Т.Ахмеджанов
Ж.Е.Алипбекова
Г.А.Сайлыгулова
С.Пак

В работе сделан анализ современного эколого-экономического состояния горнорудного производства в Республике Казахстан. Сформулированы задачи сравнительной интегральной оценки экологического технико-экономического качества проектных решений и критерии их оценки.

При эксплуатации месторождений полезных ископаемых весь цикл от добычи минерального сырья до получения готовой продукции в виде концентратов или металлов сопровождается выделением попутных отходов их производства. При этом, если учесть, что содержание полезных компонентов, например, в рудах цветных и благородных металлов и радиоактивных элементов варьирует от нескольких процентов и до сотых долей процента, то значит более 90% всей горной массы это отходы. Анализ работы существующих горнодобывающих и перерабатывающих предприятий Казахстана показывает, что в период их действия в процессе добычи и переработки руд возникают твердые, жидкие и газообразные отходы, которые интенсивно загрязняют почву, атмосферу и гидросферу токсичными породами и пылью радиоактивной и ядовитой жидкостью и газами. Причем к вредным веществам, содержащимся в рудах и породах, присоединяются и вредные вещества, выделяющиеся в технологических процессах добычи и переработки в зависимости от применяемых способов и средств. Так, например, при добыче дополнительно выделяются взрывные газы при буровзрывном способе отбойки руд и пород, при выщелачивании – цианистые соеди-

нения и кислоты, при обогащении – флотореагенты, при металлургическом переделе – токсичные ядовитые газы и другие вещества.

Указанное выше является одним из существенных факторов, углубляющих и без того напряженную социально-экономическую и экологическую ситуацию в горнодобывающих регионах Казахстана.

Существующие и применяемые в настоящее время способы и технологии добычи и переработки минерального сырья весьма ресурсоемки и как правило, сопровождаются большими объемами отходов, загрязняющих окружающую среду. Это связано с тем, что ранее, да и в настоящее время, при проектировании технологий добычи и переработки во главу ставится необходимый объем производства и наименьшая себестоимость того или иного продукта (руды, концентрата, металлов). При этом вопросы экологической безопасности, охраны окружающей среды и недр решаются в последнюю стадию, что видно даже из перечня проектного задания, где этот раздел стоит в самом конце всех решаемых задач.

Анализ работающих в настоящее время горнорудных предприятий, отданных под управление иностранным компаниям, показывает, что вопросы охраны окружающей среды и недр на этих предприятиях также стоит на последнем месте. При этом органы, признанные контролировать соблюдение норм экологической безопасности, охраны среды и недр практически зависят от этих фирм и не влияют на их хищнический стиль работы.

На современном этапе развития человеческого общества на планете Земля, вопрос экологической безопасности стоит как основной и приоритетный, что и отмечено в уставе ООН. Поэтому при разработке проектов добычи и переработки минерального сырья на первый план необходимо выдвигать решение вопроса экологической безопасности и охраны окружающей среды и недр. Для этого требуется пересмотреть методологию предпроектных и ресурсосберегающих разработок, которая, по нашему мнению, независимо от форм собственности и управления предприятиями, должна неукоснительно внедряться и соблюдаться повсеместно и заключаться в следующем.

В периоды разведки месторождений, геологические службы наряду с оценкой запасов тех или иных полезных ископаемых должны произвести детальную оценку запасов токсичных, вредных и радиоактивных элементов, сопутствующих добыче и переработке руд. При этом следует предварительно дать прогнозный расчет экологических последствий добычи и переработки данного минерального сырья, исходя из возможных наихудших условий загрязнения в периоды разведки и эксплуатации месторождений и на перспективу.

Прогнозный расчет экологических последствий разведки, добычи и переработки полезных ископаемых должен включать:

- 1) определение максимально возможных объемов токсичных и радиоактивных отходов добычи и переработки руд:

- 2) определение возможной зоны активного загрязнения окружающей среды с учетом географо-климатических и гидрогеологических условий залегания месторождения, а также размещения перерабатывающих производств;
- 3) оценку возможности изменения ландшафтно-климатических, социально-экономических, биологических и гидрологических условий в регионе эксплуатации месторождения и переработки руд;
- 4) прогнозную оценку разницы между мировой ценой произведенной продукции и ее фактической себестоимостью;
- 5) рассчитать эколого-экономические показатели эксплуатации месторождения на проектируемый период и сравнить их предельно-допустимыми (критическими) значениями.

В случае установления прогнозным расчетом отрицательных экологических последствий следует ориентировать проектные изыскания на разработку и выбор таких технологических решений, которые позволят исключить загрязнение окружающей среды со всеми вытекающими из этого последствиями. Для выбора того или иного способа разведки, добычи и переработки можно использовать метод вариантного сравнения, который позволяет учитывать множество различных критериев и вариантов. При этом следует рассматривать разведку, добычу и переработку в комплексе, т.к. при многих вариантах отдельные указанные циклы можно совмещать. Так, например, при разведке и добыче проходятся горные выработки, которые можно использовать и в том и другом циклах. При добыче и переработке эти циклы можно также совмещать, например, в процессах дробления горной массы или выщелачивании и т.д.

Решению задач в данном аспекте посвящены исследования ряда отечественных и зарубежных авторов, один из которых предлагают создание «суперфункций», объединяющие все критерии, другие – применения «критериального комплекса и поочередное применение различных критериев оптимальности в зависимости от возникшей ситуации». Для горнорудного производства, на наш взгляд, необходимо взять за критерий оптимальности экологический и экономический и временной параметры, которые отвечают основным условиям производства при минимуме затрат.

Одним из основных положений в системе повышения качества проектирования является сопоставление проектных решений с передовыми отечественными и зарубежными аналогами.

Задачу сравнительной интегральной оценки технико-экономического качества проектных решений можно сформулировать следующим образом //1/. Пусть проект (разведки, разработки, переработки) характеризуется комплексом технико-экономических показателей:

$$|k| = (k_1, k_2, k_3, \dots k_n) \quad (1)$$

По этим равноценным критериям будут оцениваться M конкурентноспособных вариантов проектных решений. Численные значения технико-экономических показателей для сравниваемых вариантов проектных решений вычисляются и представляются в виде таблицы, в которой все показатели для одного варианта заносятся в виде столбца. Таким образом, получается матрица значений выбранных показателей по сравниваемым вариантам проектных решений, т.е.:

$$K = \begin{vmatrix} K^1_2 & K^2_1 & \dots & K^j_1 & \dots & K^m_1 \\ K^1_2 & K^2_2 & \dots & K^j_2 & \dots & K^m_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K^1_i & K^2_i & \dots & K^j_i & \dots & K^m_i \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K^1_N & K^2_N & \dots & K^j_N & \dots & K^m_N \end{vmatrix}$$

Каждый столбец этой матрицы характеризует определенный вариант проектного решения и образует вектор столбец. Сравнивая между собой полученные векторы K^1, K^2, \dots, K^m необходимо в этой матрице найти такой вектор K^{j_0} , который бы соответствовал максимальному эффекту по совокупности всех показателей от применения данного варианта проектного решения. При выборе вектора K^{j_0} используется следующий алгоритм [2].

1. Выбираются показатели K_1, K_2, \dots, K_n .
2. По каждому из сравниваемых вариантов вычисляются значения всех показателей K^j_i и составляется матрица (2).
3. Из всех значений каждого показателя по всем сравниваемым вариантам выбираются наибольшее K_i^{\max} и наименьшее K_i^{\min} значения. В зависимости от смысла показателя, лучшее его значение обозначается через K^{opt} .
4. По каждой i -той строке матрицы (1) вычисляются абсолютные отклонения значения показателя от лучшего значения этого показателя K^j_i по всем вариантам, т.е. $K^j_i - K^{opt}$. Затем находится отношение этого отклонения ко всему диапазону изменения значений данного критерия по формуле:

$$b_{ij} = \frac{K^j_i - K^{opt}}{K_i^{\max} - K_i^{\min}} \quad (3)$$

5. Из всех полученных значений составляется матрица относительных отклонений:

$$\Delta = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1v} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2v} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{N1} & b_{N2} & \dots & b_{Nv} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Для каждого столбца матрицы (4), соответствующего определенному варианту проектного решения, вычисляется норма вектора отклонений, т.е.:

$$R_j = \sqrt{b_{1j}^2 + b_{2j}^2 + b_{3j}^2} \quad (5)$$

6. Тот вариант проектных решений, для которого норма вектора отклонений окажется меньшей и будет соответствовать лучшему для данных рассматриваемых условий.

7. Изложенные выше расчеты производят для всех вариантов проектных решений, начиная с разведки месторождений и кончая получением готовой продукции (руда, концентрат, металл).

8. Весь комплекс варианта проектного решения будет наиболее рациональным для всей технологической цепи «разведка – добыча – переработка» при условии:

$$R_{\text{L.m}} = R_p + R_d + R_o + R_m \text{ min} \quad (6)$$

где R_p , R_d , R_o , R_m – нормы векторов отклонений соответственно при разведке, добыче, обогащении и металлургическом переделе.

Все перечисленные выше расчеты выполняются по специальной программе на ПЭВМ. При этом требуется наличие хорошо организованного нормативного хозяйства, в котором аккумулируется условно-постоянная справочная информация. Картотеки нормативов могут быть использованы при решении задач планирования, учета и отчетности, подготовки производства и др. При этом особое значение приобретает постоянное пополнение картотеки новейшими данными достижения ученых в области разведки, добычи и переработки руд, которые можно оперативно использовать в прогнозных проектных расчетах.

В настоящее время наиболее отвечающей указанным выше требованиям экологической и экономической эффективности является безотходный способ добычи и переработки руд, предложенный авторами [3].

Литература

1. Байконуров О. А. Классификация и выбор методов подземной разработки месторождений. Алма-Ата, Наука, 1969, 315 с.
2. Цой С. В. и др. Методические указания по выбору способов вскрытия и систем разработок месторождений. Алма-Ата, КазНТУ, 1994, 80 с.
3. Ахмеджанов Т. К. и др. Патент РК № 18464 «Способ обогащения руд цветных и благородных металлов», 9 января 1996.

КазАТик
КазНТУ им.К.И.Сатпаева

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КЕН ӨНДІРУ
АЙМАҚТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН
ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН КЕНДІ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚАЙТА
ӨНДЕУДІҢ ҚОРЛАРДЫ УНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗУ
ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ МЕТОДОЛОГИЯСЫН ҚАРАСТЫРУ**

Техн. ғыл. канд.
Техн. ғыл. докт.

Т. Қ. Ахметжанов
Т. Қ. Ахмеджанов
Ж. Е. Әлімбаева
Г. А. Сатыгулова
С. Пак

Қазақстан Республикасы Тау-кен өндірістерінің экологиясы мен экономикасының қазіргі кезеңдегі жағдайы қарастырылып, Жобалау шешімдерін экологиялық, техника-экономикалық саласына салыстырмалы интегралды бағалау максаттары және оларды бағалау шарттары ұсынылған.

УДК 556.3

**К ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА
ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОГЕОСИСТЕМ**

Канд. техн. наук Л.М.Павличенко

Метод вращения многомерных осей (матрицы факторных или компонентных нагрузок) предлагается использовать для построения новых моделей, учитывающих динамику и широкий круг исходных данных по параметрам экосистем, при этом модели, описывающие взаимосвязи на разные временные или разные качественные уровни, объединяются в систему матричных уравнений, а вращение осей осуществляет их многоуровневую связь. Рассматривается технология построения моделей восполнения исходной информации, комплексных моделей, формализации принципа проблемной организации экологического мониторинга.

Осознание высокой уязвимости экосистемы нашей планеты, понимание острой необходимости принятия действенных мер по реализации программы устойчивого развития биосферы в глобальном масштабе выдвинуло экологические проблемы всем мировым сообществом в ряд наиболее важных, приоритетных глобальных проблем. Это подтвердило своими решениями конференция ООН по окружающей среде и развитию (КООНОСР) в Рио-де-Жанейро в июне 1992 года. На конференции был принят всемирный план действия - Повестка дня на XXI век, направленный на достижение устойчивого развития и принят свод принципов для последующего развития, определяющих право народов на развитие и их обязанности по сохранению окружающей среды. Определены и стратегические задачи в области охраны и рационального использования природных ресурсов, поэтому тщательное изучение, разработка научных основ оценки состояния и прогнозов поведения геосистем в условиях техногенеза приобретают особую актуальность и приоритетность.

Характерной особенностью геэкологической информации является ее разнородность и огромное число параметров, характеризующих качество всех компонентов окружающей среды. В связи с этим вопрос прогнозирования ожидаемого состояния окружающей среды в хозяйст-

венной деятельности решается не на должном уровне. Одной из важнейших причин такой ситуации является отсутствие совершенной методики прогнозирования состояния сложных объектов, как в Казахстане, так и за рубежом. Прогнозированию частично поддаются воздействия на отдельные компоненты природной среды, например, загрязнение воздушного бассейна, развитие процессов подтопления.

Используемые методы комплексного прогнозирования не совершенны по разным причинам, основными из них являются практически полное отсутствие определений параметров, характеризующих среду, и небольшая продолжительность (чаще всего отсутствие) режимных наблюдений. Так, используемый традиционно метод экстраполяции, заключающийся в ретроспективном изучении процессов и распространении выявленных закономерностей на будущее, не всегда применим из-за недостатка информации. Методы экспертных оценок имеют существенный недостаток, присущий субъективным оценкам.

Но поскольку для реализации экологических мероприятий требуются очень большие средства, наличие методики прогнозирования, приспособленной к реальному состоянию исходного фактического материала, крайне необходимо.

Традиционно окружающая среда, как экосистема, изучается с применением двух методологических аспектов: исторического и системного. Исторический включает два подхода: принцип актуализма (Ч. Лаель), заключающийся в изучении эволюции экосистемы по схеме - знание современных нам феноменов дает ключ к пониманию всех прошедших периодов, т.н. эпигнозный подход, и принцип униформизма - настоящее есть ключ к познанию будущего. В эпигнозной формулировке принцип униформизма широко используется в различных методах прогнозирования. Пространственно-временную трактовку этих принципов можно представить следующим обобщением количественной теории информации: если в одной точке проводить наблюдения бесконечно долго, в ней можно отметить все возможные процессы и явления в системе, или же рассматривая бесконечно большую территорию в один и тот же момент времени можно наблюдать все возможные изменения в системе.

Системная парадигма в качестве основных свойств природных систем выделяет иерархичность, наличие взаимосвязей и самоорганизацию. Построение модели сложного объекта или процесса принципиально не возможно с помощью одной модели вследствие большого числа исследуемых параметров и вероятностного характера динамических изменений в экосистеме и должно осуществляться системами моделей. Вторая рекомендация системного анализа - самого лучшего результата при изучении системы можно добиться при изучении трехуровневой иерархии: сама система, над- и подсистема, (т.е. входы и выходы системы). Еще одна очень важная рекомендация - необходимо

учитывать соотношение уровня иерархии и количества параметров, описывающих систему [17].

При выборе системы моделей, максимально полно учитывающих исторический и системный подходы, необходимо ориентироваться в возможностях различных типов существующих математических моделей, применяемых для описания сложных природных объектов и процессов. Приведем краткий обзор таких моделей.

Традиционно исследование сложных систем базируется на методах и моделях, основанных на анализе и математической обработке показателей связи между отдельными элементами и параметрами. Чаще всего в регрессионном, компонентном и факторном анализе такими показателями служат коэффициенты корреляции. Меры связи, используемые в этих моделях – вероятностные статистические характеристики, и главной проблемой их применения является вопрос о линейности связей [21].

Моделирование в географии, как и разработка системного подхода, развивалось совершенно самостоятельно, и даже типизация географических (имеются в виду территориальные – ландшафтные) моделей в корне отличается от типизации моделей в других областях знания. Здесь на первое место выдвигается задача выделения функции ГС, которая устанавливается на основе изучения либо взаимосвязей компонентов ГС, либо миграции вещественно-энергетических потоков [20,23]. С математической точки зрения, практически все эти модели относятся к графовым, причем характер взаимосвязей и их количественное выражение задавались на уровне экспертных оценок.

Школа П.К. Анохина разработала математический аппарат информационной технологии, позволяющей обрабатывать естественные распределения переменных, неявно отображенных в массивах экспериментальных данных. В информационной технологии на основе нетрадиционной системологии – технике анализа системы обработки коэффициентов связи – связь понимается как мера упорядоченности элементов в системе по сравнению с их полной беспорядочностью и энергетических или информационных затрат при вхождении элементов в систему. Методы, основанные на этой технологии, хорошо зарекомендовали себя при исследовании функциональных систем живых организмов. Использование логики анализа функциональных систем организмов в сочетании с новейшим методом расчета связей и логикой графов позволяет достаточно точно определять иерархическую структуру, эмерджентные свойства и механизм поведения исследуемой системы [21].

В основу технологии П.К.Анохина положен принцип доминанты, реализуемый для базисных подсистем, где два результата взаимодействия порождают третий эмерджентный результат. Принцип доминанты – один из фундаментальных в организации живых систем, однако, он означает, что подсистема, в которой эмерджентный результат образуется более чем двумя другими результатами, неустойчива, а, следовательно,

не может стать базисной и включенной в характеристическую цель последовательных результатов. Таким образом, для исследования надорганизменных систем произвольной природы принцип доминанты не может считаться единственно приемлемым, а потому использование технологии системологии для геоэкосистем (в частности, эколого-гидрогеологических) пока не представляется возможным [21].

Другим распространенным подходом к моделированию сложных систем являются динамические модели и теория катастроф. Модели и теоретические приложения теории катастроф использовались для решения разнообразных задач экологии, геоэкологии, биологии и экономики. Тем не менее, практическое применение теории катастроф, базирующейся на математической теории дифференциальных уравнений, решениями которых являются разрывные функции, на практике трудно осуществимо. В первую очередь, из-за необходимости большого числа наблюдений по всем используемым показателям для определения численных значений коэффициентов дифференциальных уравнений. Очень часто сбор таких данных требует постановки дорогостоящих и длительных по времени натуральных экспериментов и исследований. Весьма сложной задачей является обоснование дифференциальных функций, наиболее адекватно связывающих переменные исследуемой системы. Главную же трудность представляет сложность решения систем дифференциальных уравнений при большом их числе (даже при использовании современных быстродействующих ЭВМ). Вследствие этого, т.е. вследствие, по-видимому, недостаточной теоретической разработанности и сложностей математического характера в практических приложениях используется преимущественно одна модель катастрофы — "складка" [21].

Популярность динамических моделей [6] обязана большой гибкости методов, применяемых для описания динамики систем и включающих нелинейные реакции компонентов на регулирующие переменные, а также положительные и отрицательные обратные связи. Но обычно невозможно учесть уравнения для всех компонентов системы, так как даже при наличии суперкомпьютеров имитация реальных процессов для крупных объектов быстро становится слишком сложной. Поэтому возникает необходимость в некотором абстрагировании, основанном на "здравом смысле" и на допущениях относительно того, какие из многих компонентов экосистемы в действительности управляют ее функционированием. Итак, главными недостатками динамических моделей являются принципиальная невозможность построения полной системы уравнений и субъективизм, неизбежно вносимый ограничениями при упрощении системы. Это можно проследить на примере гидрогеологии.

Как известно, полная система уравнений гидродинамики, диффузии и массообмена в подземных водах содержит несколько уравнений с неизвестными давлением, плотностью, пористостью, концентрациями

вещества в жидкой и твердой фазах, компонентами скорости ассоциированного жидкостью вещества. Входящие в эту систему начальные плотность жидкости, вязкость, пористость и проницаемость, вообще говоря, не являются постоянными, а зависят от концентраций вещества в жидкой и твердой фазах. Так, например, в глинистых и торфяных грунтах под воздействием ионообменных процессов появляется способность к коагуляции (или пептизации), что немедленно сказывается на повышении (или понижении) параметра водопроводимости. Заметные изменения происходят также при растворении или кристаллизации солей [4].

Значительные трудности возникают и при выборе гидрогеохимических параметров (коэффициенты молекулярной и конвективной диффузии, гидродинамической дисперсии, постоянных линейной изотермы, констант скорости адсорбции или десорбции и др.), где отмечается зависимость значений не только от степени неоднородности пород, но от несоответствия численных значений параметров, получаемых в лабораторных и полевых условиях.

Все это привело к тому, что в практике гидрогеологических исследований многофакторные модели массопереноса в подземных водах, включающие нелинейные уравнения равновесия и кинетики взаимодействия твердой и жидкой фаз, не нашли в настоящее время достаточно широкого применения, хотя существует довольно большое количество программ, реализующих какие-то конкретные физические или химические модели. Чаще всего применяются они для относительно небольших объектов, а при попытках решения больших региональных задач, которые как раз и необходимо решать при прогнозах изменения эколого-гидрогеологических условий, ошибка прогноза зачастую достигает 100% при сохранении направленности процесса. Такая постановка задачи, как правило, не является удовлетворительной, поскольку оценка направленности процесса может реализоваться более простыми моделями.

Среди других математических методов, разрабатываемых для реализации системного подхода, известны матричные модели, используемые для прогноза состояния системы через заданный интервал времени с помощью, так называемой главной матрицы, характеризующей вероятность перехода системы из одного состояния в другое. Строится эта матрица на основе накопленных за длительный промежуток времени наблюдений за характером этих переходов и при условии постоянства этого характера во времени. Довольно часто имеющихся данных недостаточно, чтобы достоверно оценить вероятности или скорости переходов системы, особенно если эти переходы редки. Как и в других моделях, ее адекватность реальной системе зависит от длительности наблюдений за состоянием системы. Однако для процессов, охватывающих достаточно длительные промежутки времени, возможность предсказания поведения системы весьма проблематична: по литературным данным, даже тридцатилетние ряды наблюдений за уровнями под-

земных вод не дают гарантии выделения всех имеющихся циклов [см., например, 7].

Естественно, что матричные модели успешно реализуют прогнозы эволюционного развития геоэкологических систем, любое же значительное техногенное вмешательство внесет весьма заметные изменения главной матрицы, предсказать которые вряд ли можно точно. Выходом из этого положения может послужить переход к многомерным моделям, учитывающим не только временные (вертикальные) взаимосвязи, но и горизонтальные, т.е. взаимосвязи между параметрами на каждом временном интервале.

Такие многомерные статистические модели успешно применяются для описания и прогноза состояния сложных систем. К прогнозным относятся всевозможные разновидности корреляционно-регрессионного, дискриминантного, канонического анализов, марковские модели, часть методов теории распознавания образов, метод группового учета аргументов и др. Как и для упомянутых выше моделей, главным критерием адекватности прогнозных статистических моделей является наличие длительного ряда наблюдений за большим набором параметров [1-3, 5, 6, 8, 9 и др.].

К описательным статистическим моделям относятся компонентный, факторный, кластерный анализы, метод многомерного шкалирования, некоторые методы теории распознавания образов. Описательные модели лишены главного недостатка прогнозных – значительной доли субъективности, выражающейся в выборе значащих параметров, необходимости априорного задания опорных функций, собственных чисел переходной матрицы и других предположений. Однако неоднозначность классификаций (в зависимости от критерия объекты могут принадлежать нескольким классам) и возможность лишь качественных (по принадлежности) прогнозов сдерживает их применение. К недостаткам этих моделей относится невозможность численного сравнения результатов их применения для разных исходных матриц (например, на разные моменты времени) вследствие нестабильности нагрузок на исходные признаки, которые как раз и определяют классификационные критерии.

Из приведенного обзора методов моделирования сложных систем видно, что все они имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому актуальной задачей остается разработка новых методов, по возможности лишенных указанных недостатков и максимально использующих сильные стороны известных моделей.

В работе [14] рассмотрено соотношение статистических и детерминистических моделей и показано, что статистические и детерминированные модели очень тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Фактически они образуют двойственную противоположную пару, в которой статистические модели определяют область во времени, пространстве свойств и физическом, определяющую концепцию, лежащую

в основе детерминированной модели, и в пределах которой "работают" эти детерминированные модели.

В случаях, реализующих ситуацию одна причина – одно следствие, наиболее широко распространены детерминированные модели. Если существует множество причин и множество порождаемых ими следствий, ситуация меняется в пользу методов многомерной статистики, хотя и здесь имеются удачные попытки построения детерминированных моделей.

Моделирование сложных эколого-гидрогеологических объектов и процессов возможно системами, состоящими, как только из детерминированных, так и только статистических моделей. Однако наибольшего успеха для достижения максимальной степени адекватности, видимо, можно добиться при их комплексировании с использованием сильных сторон как детерминированных моделей (большая точность в узких пределах), так и статистических методов (выделение однородных совокупностей и возможность обработки большого количества разнородной информации в случае многомерных моделей).

При создании системы моделей необходимо всегда учитывать, что точность детерминированных моделей во многом определяется правильным выбором краевых условий, а точность статистических – правильным набором исходных признаков [14].

Многолетний опыт автора в использовании классической модели компонентного анализа (КА) в гидрогеологии, гидрогеохимии, гидрохимии и географии показал, что он отвечает требованиям системности. Так, он дает возможность выделять функции системы и ранжировать их по вкладу в суммарную дисперсию системы (эмерджентность), учитывает взаимосвязи, и самоорганизацию системы (наличие прямых и обратных связей определяется соотношением знаков взаимосвязей внутри компоненты). Новым результатом модели является не только выявление функции системы на основе интерпретации системы взаимосвязей исходных признаков, но и районирование территории по интенсивности проявления этой функции.

Например, при анализе процессов формирования гидрогеохимических условий древней дельты р. Или как выход модели КА получен результат, показывающий отсутствие взаимодействия водоносных горизонтов, противоречащий взглядам гидрогеологов на момент защиты кандидатской диссертации (1984 г.) [10] и установленный в 1989 г. натурными исследованиями ИГГиФ и Института озероведения [18]. При изучении влияния пруда-накопителя очищенных сточных вод г. Жанатаса на подземные воды КА позволил установить характер процессов доочистки в пруде-накопителе, отсутствие влияния на подземные воды и местные источники загрязнения колодез в прилегающих поселках. При выявлении источников загрязнения р. Сырдарьи пестицидами на основе анализа химического состава поверхностных и подземных вод в районах расположения массивов орошения установлено в основном

местное загрязнение пестицидами при незначительном влиянии трансграничного переноса из Узбекистана [15, 16, 19].

Как уже упоминалось, классическая модель КА предусматривает возможность качественного прогнозирования геоэкологических процессов. Примером такого качественного прогноза может служить выявление тенденций загрязнения р. Илек бором. КА позволил осуществить прогноз зоны формирования вторичного очага загрязнения подземных вод бором в зоне расположения питьевого водозабора, не картируемого традиционными методами: был закартирован участок накопления транзитного бора, осаждаемого на механическом геохимическом барьере [12].

Возможность качественного геоэкологического прогнозирования при обработке разнородной информации демонстрирует задача районирования интенсивности проявлений техногенных процессов на основе компонентного анализа карты экзогенно-геологических процессов в Казахском Приаралье: КА позволил выделить зоны влияния продвижения границы Арала, самоизлива скважин, массивов орошения, зоны возможных пыльных бурь.

Для количественных прогнозов классическая модель КА непригодна, и потому приходится использовать уравнение регрессии исходных признаков на компонентах. Примером такого способа применения КА является прогноз минерализации подземных вод на основе обработки гидрогеологической карты (Юго-Западное Прибалхашье). Были построены две модели территории на основе КА: первая – на ненарушенный (до строительства ЮКГРЭС), в ней получено уравнение для минерализации по главным компонентам. Вторая – с учетом результатов детерминированной модели фильтрации получены новые значения главных компонент. При прогнозировании использован метод аналогии, результат сопоставлялся с аналитическими расчетами минерализации в блоках методом поршневого вытеснения. К основным недостаткам такого метода относится отсутствие учета изменения компонентных нагрузок, характеризующих гидрогеологическую и гидрогеохимическую ситуацию после техногенного воздействия [13].

Хотя классический КА реализует системный подход и позволяет решать широкий круг научных и практических задач, прогнозные его возможности ограничены. Это либо качественные прогнозы – устанавливаются новые зоны проявления действующих процессов, либо строится уравнение регрессии на компонентах, однако в результате изменения количества исходных признаков на прогнозный момент времени возникают сомнения в полноте отражения ситуации (детерминированные модели могут дать ограниченный набор прогнозных параметров, а чаще всего – один).

Выходом из этого положения может послужить переход к многомерным моделям, учитывающим не только временные (вертикальные) взаимосвязи, но и горизонтальные, т.е. взаимосвязи между параметрами на каждом временном интервале. Таким образом, методология модели-

рования сложных экосистем требует перехода к системам детерминированных и статистических моделей, что позволит повысить степень адекватности системы моделей изучаемым объектам и процессам.

Отправной точкой при разработке новых моделей для нас является формальное сходство записей матричной модели [9]:

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{a}_t = \mathbf{a}_{t+1}, \quad (1)$$

где: \mathbf{A} — главная матрица, характеризующая вероятности перехода составляющих экосистемы из одного состояния в другое, \mathbf{a}_t и \mathbf{a}_{t+1} — векторы состояний на моменты времени t и $t+1$, и матричного уравнения вращения компонентных осей для упрощения структуры:

$$\mathbf{A}_2 = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}_1, \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{B}, \quad (2)$$

где: \mathbf{A} — матрица компонентных (факторных) нагрузок, \mathbf{F} — матрица значений компонент (факторов) для каждого объекта, \mathbf{B} — матрица вращения. То есть если индексы 1 и 2 заменить на t_1 и t_2 , матрица \mathbf{B} , не изменяя структуры признаков осей, будет представлять собой матрицу вращения вокруг временной оси. Эта матрица является аналогом главной матрицы в матричной модели. Вычислить ее можно традиционными методами матричной алгебры с использованием свойства симметричных ортогональных матриц, если известны \mathbf{A}_1 и \mathbf{A}_2 или \mathbf{F}_1 и \mathbf{F}_2 , т.е. если полностью известны нормированные матрицы \mathbf{Y}_1 и \mathbf{Y}_2 исходных данных на начальный и прогнозный момент времени \mathbf{X}_1 и \mathbf{X}_2 :

$$\mathbf{Y}_1 = \mathbf{A}_1 \cdot \mathbf{F}_1, \mathbf{Y}_2 = \mathbf{A}_2 \cdot \mathbf{F}_2. \quad (3)$$

Непосредственный перевод $\mathbf{Y}_1 \rightarrow \mathbf{Y}_2$ или $\mathbf{X}_1 \rightarrow \mathbf{X}_2$ не возможен, поскольку мы предполагаем взаимозависимости между параметрами, а в этом случае ранги матриц исходных данных окажутся меньше числа признаков и при промежуточных построениях квадратные матрицы окажутся вырожденными, их дискриминанты обращаются в 0, и задача не имеет решения в полном пространстве признаков. Следовательно, нужно искать невырожденные матрицы с размерностью, соответствующей рангу (свертывание пространства признаков), что и делает компонентный анализ при вычислении матрицы компонентных (факторных — в случае использования факторного анализа) нагрузок. Можно, конечно, использовать и другие способы свертывания пространства, но для компонентного и факторного анализов хорошо разработан математический аппарат.

Итак, традиционную процедуру вращения компонентных осей (матрицы компонентных или факторных нагрузок) можно использовать для построения новых моделей, учитывающих динамику и широкий круг исходных данных. Технология построения системы моделей заключается в том, что модели, описывающие взаимосвязи на разных временных или качественных уровнях, объединяются в систему матричных уравнений, а вращение осей осуществляет их многоуровневую связь.

В работе автора [11] предложен ряд алгоритмов, разработанных на основе вращения компонентных осей, для восстановления пропущенных значений в матрице исходных данных, сравнения результатов описательных многомерных моделей (анализ динамики экосистем). Для примера реализации идеи остановимся на задаче восстановления пропущенных значений в матрице исходных данных.

Большой класс алгоритмов прикладной статистики посвящен решению задачи восстановления "стертых" (пропущенных) наблюдений в матрицах исходных данных, т.е. восстановлению пропущенных отдельных элементов или частей строк (столбцов). Эта задача весьма актуальна в случаях недостаточного количества информации или при большой дороговизне получения исходных данных, когда каждый признак (столбец с пропущенными значениями) или объект (строка, в которой нет замеров некоторых признаков) могут дать полезную информацию, и было бы слишком расточительно исключать их из рассмотрения.

Решение такой задачи можно построить на огромном количестве алгоритмов - от самых простых (замена пропущенных значений признака его средним арифметическим значением, которое оценивается по имеющимся реализациям) до самых сложных алгоритмов теории распознавания образов [см., например, 2, 3, 8, 9 и др.]. Общим требованием всех этих алгоритмов для исходной (экспериментальной) матрицы является условие ее однородности, т.е. если возникает необходимость объединения нескольких частных матриц в одну общую, то необходимо проверить с помощью существующих статистических критериев, являются ли эти частные матрицы выборками из одной и той же генеральной совокупности.

Если же полная матрица составлена из нескольких частных, отстоящих друг от друга на некоторые временные интервалы, условие однородности сводится к проверке стационарности временных рядов [5]. Когда такие ряды не удовлетворяют требованиям стационарности, для восстановления пробелов их значений применяют различные методы регрессионного и тренд-анализов, авторегрессии, сериальной корреляции, спектрального анализа и др. [5]. Естественным требованием для повышения точности оценок пропущенных значений временных рядов является их длина.

Существующие способы восстановления, основанные на теории распознавания образов позволяют дополнить матрицу исходных данных при наличии полного количества объектов и отсутствии у них за-

меров по части (чаще всего 1/3 объема) признаков [3]. В настоящее время это самые распространенные методы.

Метод группового учета аргументов [8] может восстанавливать информацию, превосходящую по объему исходную матрицу, но при условии априорного задания опорных функций и задания собственных чисел полной матрицы, что означает субъективное распределение ролей между процессами, формирующими значения признаков. Так, последние алгоритмы этого метода – AELITA (многорядный вариант метода группового учета аргументов), RULA и TAIS (шаговой регрессии) – осуществляют предварительное функциональное преобразование переменных и строят в качестве частных моделей полиномы двух переменных. Как известно [22], ввод функциональных зависимостей вносит ложные корреляции, которые повысят величину множественного коэффициента корреляции, а, следовательно, понизится точность всех последующих статистических моделей.

Рассмотрим новую технологию на примере восстановления пропущенных значений, причем здесь вращением многомерных осей реализуется традиционный подход к восполнению. Такая задача может возникнуть при одновременном опробовании территории, при котором достоверность части анализов вызывает сомнения, либо по части территории выполнен неполный комплекс определений.

Из матрицы с пропусками $Y[m \times n]$ можно составить следующие матрицы: $Y_1[m \times n_1]$ – матрица, из которой исключены все строки с пропущенными значениями (неполная по объектам); $Y_2[m_1 \times n]$ – матрица, из которой исключены все столбцы с пропусками (неполная по признакам); и, наконец, $Y_3[m_1 \times n_1]$ – матрица, из которой исключены как строки, так и столбцы с пропущенными значениями (неполная по признакам и по объектам). Здесь и далее рассматриваются уже нормированные матрицы исходных данных.

Применив модель компонентного анализа к каждой из этих матриц, получим:

$$Y_1[m \times n_1] = A_1[m \times q_1] \cdot F_1[q_1 \times n_1]; \quad (4)$$

$$Y_2[m_1 \times n] = A_2[m_1 \times q_2] \cdot F_2[q_2 \times n]; \quad (5)$$

$$Y_3[m_1 \times n_1] = A_3[m_1 \times q_3] \cdot F_3[q_3 \times n_1]. \quad (6)$$

Матрицы компонентных нагрузок A_2 и A_3 описывают одно и то же пространство признаков, и при условии устойчивости компонент, справедливом при наличии большого числа объектов, представляющих генеральную совокупность, должно выполняться условие $q_2 = q_3$ и, следовательно, $A_2 = A_3$. Однако на практике такое условие практически никогда не выполняется, поэтому матрица A_3 является искаженной

матрицей A_2 , причем степень искажения определяется разницей в количестве объектов и геометрией их расположения. Безусловно, если пропуски равномерны, искажение минимально, если же они сосредоточены в одном месте – максимально (следует учитывать, что замечание относится лишь к случаю восполнения по одной матрице, в случае же расширения сети опробования при наличии одновременных замеров это условие значительно смягчается). В понятие "геометрия", естественно, входят и локальные изменения значений признаков. Именно возможность искажения и обуславливает применение модели компонентного анализа, где одновременно анализируются не только закономерности изменения каждого признака в отдельности (среднее значение, дисперсия, распределение нормированных значений признаков), но и взаимосвязи между всеми признаками, что позволяет оценить вклад всех признаков в дисперсию каждого.

Используя преобразования ортогонального вращения, получаем для преобразования осей $A_2 \rightarrow A_3$:

$$A_3[m_1 \times q_3] = A_2[m_1 \times q_2] \cdot B[q_2 \times q_3]; \quad (7)$$

Умножив (4) слева на транспонированную матрицу A_2' , имеем:

$$\begin{aligned} A_2' [q_2 \times m_1] A_3 [m_1 \times q_3] &= \\ &= A_2' [q_2 \times m_1] \cdot A_2 [m_1 \times q_2] \cdot B [q_2 \times q_3] \end{aligned}$$

Произведение $A_2' [q_2 \times m_1] \cdot A_2 [m_1 \times q_2]$ представляет собой малый момент ортогональных матриц компонентных нагрузок A [9], поэтому последнее уравнение можно переписать в виде:

$$A_2' [q_2 \times m_1] \cdot A_3 [m_1 \times q_3] = \Lambda_2 \cdot B [q_2 \times q_3],$$

откуда находим алгоритм вычисления матрицы B , характеризующей искажение компонентных нагрузок в результате неполноты количества объектов:

$$B [q_2 \times q_3] = \Lambda_2^{-1} \cdot A_2' [q_2 \times m_1] \cdot A_3 [m_1 \times q_3]. \quad (8)$$

Повернув на те же углы матрицу значений компонент F_3 , получим значения компонент в исправленной системе координатных осей

уже для полного числа объектов $F_3(2)$:

$$F_3(2)[q_3 \times n] = B' [q_3 \times q_2] \cdot F_2[q_2 \times n] \quad (9)$$

и восстановленную по объектам нормированную матрицу $Y_3(2)[m \times n]$ (по-прежнему сохраняется неполное число признаков):

$$Y_3(2)[m_1 \times n] = A_2[m_1 \times q_2] \times \\ \times B[q_2 \times q_3] \cdot B'[q_3 \times q_2] \cdot F_2[q_2 \times n] \quad (10)$$

Определив матрицу поворота $A_2 \rightarrow A_1$, обеспечим восстановление Y_3 по числу признаков:

$$Y_3(1)[m_1 \times n_1] = A_1[m_1 \times q_1] \cdot C[q_1 \times q_3] \cdot C'[q_3 \times q_1] \cdot F_1[q_1 \times n_1]. \quad (11)$$

Матрицу поворота в данном случае удобнее искать из условия вращения матрицы значений компонент $F_3 [q_3 \times n_1] \rightarrow F_1 [q_1 \times n_1]$:

$$F_3 [q_3 \times n_1] = C' [q_3 \times q_1] \cdot F_1 [q_1 \times n_1]. \quad (12)$$

После транспонирования последнее уравнение запишется в виде:

$$F_3' [n_1 \times q_3] = F_1' [n_1 \times q_1] \cdot C [q_1 \times q_3],$$

а после умножения слева на $F_1 [q_1 \times n_1]$ имеем:

$$F_1[q_1 \times n_1] \cdot F_3' [n_1 \times q_3] = F_1[q_1 \times n_1] \cdot F_1' [n_1 \times q_1] \cdot C [q_1 \times q_3].$$

Произведение ортогональных матриц $F_1[q_1 \times n_1] \cdot F_1' [n_1 \times q_1]$ представляет собой малый момент ортогональной матрицы значений компонент (факторов) для каждого объекта F [9] и равно числу объектов, входящих в матрицу $F_1(n_1)$, поэтому:

$$F_1[q_1 \times n_1] \cdot F_3' [n_1 \times q_3] = n_1 \cdot C [q_1 \times q_3],$$

т.е. получили алгоритмы вращения компонентных осей для восстановления числа признаков:

$$C [q_1 \times q_3] = n_1^{-1} \cdot F_1[q_1 \times n_1] \cdot F_3' [n_1 \times q_3]. \quad (13)$$

Повернув теперь на те же углы матрицу $A_1 [m \times q_1]$, отражающую полный набор признаков, получим восстановленную (исправленную) по количеству признаков A_3 в единицах нагрузок A_1 :

$$A_3(1)[m \times q_3] = A_1[m \times q_1] \cdot C [q_1 \times q_3]. \quad (14)$$

Имея матрицы восстановления по количеству объектов (8) и признаков (13), можно найти полностью восстановленную матрицу нормированных исходных данных из системы уравнений (10) и (11), которые можно переписать в виде:

$$\begin{aligned} Y_3(2)[m_1 \times n] &= A_3(2)[m_1 \times q_3] \cdot F_3(2)[q_3 \times n]; \\ Y_3(1)[m \times n_1] &= A_3(1)[m \times q_3] \cdot F_3(1)[q_3 \times n_1]. \end{aligned}$$

Матрица $A_3(1)[m \times q_3]$ учитывает полное количество признаков, но не полное количество объектов, поэтому необходимо совершить переход $A_3(1)[m \times q_3] \rightarrow A_3(1,2)[m \times q_2]$ через $B' [q_3 \times q_2]$:

$$A_3(1,2)[m \times q_2] = A_3(1)[m \times q_3] \cdot B' [q_3 \times q_2]. \quad (15)$$

Повернув на те же углы, как и в (4.9), матрицу значений компонент с полным набором объектов (12), получим:

$$\begin{aligned} F_3(2,1)[q_2 \times n] &= B [q_2 \times q_3] \cdot F_3(2)[q_3 \times n] = \\ &= B [q_2 \times q_3] \cdot B' [q_3 \times q_2] F_2[q_2 \times n] \end{aligned} \quad (16)$$

Тогда полностью восстановленная нормированная матрица исходных данных запишется как

$$Y_n [m \times n] = A_3(1,2)[m \times q_2] \cdot F_3(2,1)[q_2 \times n]. \quad (17)$$

Прежде чем подставить (15) и (16) в (17), упростим (16), для чего рассмотрим произведение $B \cdot B'$. Из (8) имеем:

$$\begin{aligned} B \cdot B' &= \Lambda_3^{-1} \cdot A_2 [q_2 \cdot m_1] \cdot A_3 [m_1 \cdot q_3] \times \\ &\times A_3 [q_3 \cdot m_1] \cdot A_2 [m_1 \cdot q_2] \cdot \Lambda_3^{-1}. \end{aligned}$$

Используем свойство ортогональных матриц и учтем, что главный момент матрицы компонентных нагрузок равен единичной матрице [9]:

$$A_3 [m_1 \times q_3] \cdot A_3 [q_3 \times m_1] = I [m_1 \times m_1].$$

Тогда:

$$\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}' = \Lambda_2^{-1} \cdot \mathbf{A}_2 [q_2 \times m_1] \cdot \mathbf{A}_2 [m_1 \times q_2] \cdot \Lambda_2^{-1},$$

поскольку малый момент ортогональной матрицы \mathbf{A}_2 есть Λ_2 . Теперь (16) можно записать как:

$$\mathbf{F}_3(2,1)[q_2 \times n] = \Lambda_2^{-1} \cdot \mathbf{F}_2[q_2 \times n]$$

и, следовательно, с учетом (15) и (17) преобразовать к окончательному виду:

$$\mathbf{Y}_n[m \times n] = \Lambda_1^{-1} \cdot \mathbf{Y}_1[m \times n_1] \cdot \mathbf{Y}_3[n_1 \times m_1] \cdot \mathbf{A}_2[m_1 \times q_2] \cdot \Lambda_2^{-1} \cdot \mathbf{F}_2[q_2 \times n]$$

Возможности метода вращения многомерных осей не ограничиваются разработкой только системы статистических моделей – ниже рассматривается технология разработки комплексной модели для экосистем, в которых детерминированные модели учитываются результатами прогнозов и новыми граничными условиями, описывающими результаты предполагаемых (проектных) воздействий.

Постановка задачи для детерминированной модели требует значительного количества исходных данных, характеризующих моделируемую среду, т.е. для комплексной модели полностью известной может быть лишь матрица исходных данных на начальный момент времени (модель начального состояния). Детерминированные модели могут дать лишь небольшое число прогнозных параметров, сюда же можно отнести и параметры, отражающие измененные граничные условия, поэтому прогнозная матрица никогда не может быть полной. Именно на этом этапе необходимо подключение статистических моделей: установленные на начальный момент времени взаимосвязи между признаками с учетом временного вращения помогут восстановить отсутствующие параметры на прогнозный момент времени.

Формализованные исходные данные для детерминированной модели после этапа схематизации и аппроксимации сеточной областью можно представить в виде матрицы, для которой усредненные значения параметров привязаны к центрам блоков сеточной разбивки. Для статистической модели (компонентного анализа) эти данные также являются исходной матрицей, хотя компонентный анализ можно осуществлять и по данным замеров непосредственно в скважинах (реальных точках наблюдения).

Итак, на начальный момент времени имеем две полные матрицы исходных данных в центрах блоков и в реальных точках наблюдения (здесь и далее под исходными данными понимаются нормированные значения каждого признака): $\mathbf{Y}_{cfo}[m \times n]$ и $\mathbf{Y}_{fo}[m \times n_{fo}]$, которые макси-

мально полно отражают область фильтрации и химический состав подземных вод. В результате обработки матрицы $Y_{j,0} [m \times n_{j,0}]$ детерминированными моделями получим один (возможно, несколько) прогнозный параметр. Новые значения части параметров, характеризующих измененные граничные условия, задаются условиями проектируемых воздействий (изменениями в мощностях водоносных горизонтов, площадями, занимаемыми гидротехническими сооружениями, и т.д.), формируя неполную матрицу прогнозных значений – модель конечного (результатирующего) состояния.

Часть исходных параметров, для которых пока еще не существует эффективных детерминированных моделей, в прогнозной матрице будет отсутствовать. В частности, это химический состав подземных вод, измененный в результате проектируемых воздействий и более всего влияющий на состояние биотической составляющей экосистемы.

Таким образом, в результате применения детерминированных моделей получаем неполную (выборочную) прогнозную матрицу $Y_{j,1} [m \times n_{j,1}]$ со значениями в центрах блоков. Восполнить недостающие параметры прогнозной матрицы можно применением многомерных статистических моделей (модифицированным компонентным анализом). Иными словами, комплексная модель необходима для восполнения модели конечного состояния.

Прогнозные значения в центрах блоков можно путем интерполяции пересчитать в прогнозные значения в реальных точках наблюдения (водозабор, наблюдательная сеть, дренажные сооружения и др.). Эту же задачу можно решить и методом вращения многомерных осей. Как и в предыдущем случае, из полных исходных матриц можно составить выборочные с неполным количеством признаков, совпадающим с таковым в прогнозной матрице: $Y_{-b,0\%} [m_1 \times n_{-b}]$ и $Y_{j,0\%} [m_1 \times n_{j,1}]$. Ко всем пяти матрицам применим модель компонентного анализа:

$$Y_{-b,0} [m \times n_{-b}] = A_{-b,0} [m \times q_{-b,0}] \cdot F_{-b,0} [q_{-b,0} \times n_{-b}], \quad (18)$$

$$Y_{j,0} [m \times n_{j,1}] = A_{j,0} [m \times q_{j,0}] \cdot F_{j,0} [q_{j,0} \times n_{j,1}], \quad (19)$$

$$Y_{j,1\%} [m_1 \times n_{j,1}] = A_{j,1\%} [m_1 \times q_{j,1\%}] \cdot F_{j,1\%} [q_{j,1\%} \times n_{j,1}], \quad (20)$$

$$Y_{-b,1\%} [m_1 \times n_{-b}] = A_{-b,1\%} [m_1 \times q_{-b,1\%}] \cdot F_{-b,1\%} [q_{-b,1\%} \times n_{-b}], \quad (21)$$

$$Y_{j,1\%} [m_1 \times n_{j,1}] = A_{j,1\%} [m_1 \times q_{j,1\%}] \cdot F_{j,1\%} [q_{j,1\%} \times n_{j,1}]. \quad (22)$$

Используя преобразование ортогонального вращения, из уравнений (19) и (21) запишем преобразование осей $A_{j,1\%} \rightarrow A_{j,0\%}$:

$$A_{j,1\%} [m_1 \times q_{j,1\%}] = A_{j,0\%} [m_1 \times q_{j,0\%}] \cdot T [q_{j,0\%} \times q_{j,1\%}]. \quad (23)$$

Запись уравнения (23) показывает, что матрица $\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i}$ может быть выражена через матрицу $\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i}$: $\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} (\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i})$. Умножим (23) слева на транспонированную матрицу $\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1]$, имеем:

$$\begin{aligned} & \mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1] \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}] = \\ & = \mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1] \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i \hat{z}^i}] \cdot \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}] \end{aligned}$$

Произведение $\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1] \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i \hat{z}^i}]$ представляет собой малый момент ортогональных матриц компонентных нагрузок [9], и поэтому последнее уравнение можно переписать в виде:

$$\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1] \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i \hat{z}^i}] = \Lambda_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \cdot \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}],$$

откуда находим алгоритм вычисления матрицы \mathbf{T} , характеризующей чисто временное вращение осей:

$$\mathbf{T} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}] = \Lambda_{\hat{z}^i \hat{z}^i}^{-1} \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times m_1] \cdot \mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}] \quad (24)$$

Повернув на те же углы матрицу значений компонент $\mathbf{F}_{\hat{z}^i z^i}$ получим прогнозные значения матрицы $\mathbf{F}_{\hat{z}^i \hat{z}^i}$, выраженные через начальные значения:

$$\mathbf{F}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} (\mathbf{A}_{\hat{z}^i \hat{z}^i}) [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times n_{\hat{z}^i}] = \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}] \cdot \mathbf{F}_{\hat{z}^i z^i} [q_{\hat{z}^i z^i} \times n_{z^i}] \quad (25)$$

Перемножив (23) и (25), получим аналог уравнения (19):

$$\begin{aligned} & \mathbf{Y}_{\hat{z}^i z^i} (\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i}) [m_1 \times n_{z^i}] = \Lambda_{\hat{z}^i z^i} (\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i}) [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}] \times \\ & \times \mathbf{F}_{\hat{z}^i z^i} (\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i}) [q_{\hat{z}^i z^i} \times n_{z^i}] = \Lambda_{\hat{z}^i z^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}] \cdot \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i z^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}] \times \\ & \times \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i z^i} \times q_{\hat{z}^i \hat{z}^i}] \cdot \mathbf{F}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times n_{\hat{z}^i}] = \\ & = \mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}] \cdot \mathbf{T} [q_{\hat{z}^i z^i} \times q_{\hat{z}^i \hat{z}^i}] \cdot \mathbf{F}_{\hat{z}^i \hat{z}^i} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times n_{\hat{z}^i}] \end{aligned} \quad (26)$$

Таким образом, чтобы получить нормированные прогнозные значения исходных признаков через начальные, можно оставить старые оси, но умножить слева на матрицу временного вращения $\mathbf{T} [q_{\hat{z}^i \hat{z}^i} \times q_{\hat{z}^i z^i}]$ матрицу прогнозных значений компонент в центрах блоков $\mathbf{F}_{\hat{z}^i z^i} [q_{\hat{z}^i z^i} \times n_{z^i}]$, или оставить старые значения компонент, но изменить оси – умножить $\mathbf{A}_{\hat{z}^i z^i} [m_1 \times q_{\hat{z}^i z^i}]$ на транспонированную матрицу временного вращения справа.

Из уравнений (23) и (21) можно найти матрицу $C[q_{f'0} \times q_{f'0\%}]$, восстанавливающую число признаков. Ее удобнее искать из вращения $F_{f'0}[q_{f'0} \times n_{f'}] \rightarrow F_{f'0\%}[q_{f'0\%} \times n_{f'}]$:

$$F_{f'0}[q_{f'0} \times n_{f'}] = C[q_{f'0} \times q_{f'0\%}] F_{f'0\%}[q_{f'0\%} \times n_{f'}], \quad (27)$$

откуда, используя свойства малого момента ортогональной матрицы значений компонент $F_{f'0\%}[q_{f'0\%} \times n_{f'}]$ [9], имеем:

$$C[q_{f'0} \times q_{f'0\%}] = n_{f'}^{-1} \cdot F_{f'0}[q_{f'0} \times n_{f'}] \cdot F_{f'0\%}'[n_{f'} \times q_{f'0\%}]. \quad (28)$$

Выражение (28) – алгоритм вычисления матрицы восполнения числа признаков. Повернув на эти же углы матрицу $A_{\hat{a}10}$, получим $A_{\hat{a}10\%}$ с восстановленным числом признаков:

$$A_{f'0\%}(A_{\hat{a}10})[m \times q_{f'0\%}] = A_{f'0}[m \times q_{f'0}] \cdot C'[q_{f'0\%} \times q_{f'0}]. \quad (29)$$

Теперь $Y_{\hat{a}10\%}$ с восстановленным числом признаков запишется в виде:

$$\begin{aligned} Y_{\hat{a}10\%}(A_{\hat{a}10})[m \times n_{\hat{a}1}] &= A_{\hat{a}10}(A_{\hat{a}10})[m \times q_{\hat{a}10}] \times \\ &\times F_{\hat{a}10\%}(A_{\hat{a}10})[q_{\hat{a}10} \times n_{\hat{a}1}] = \\ &= A_{\hat{a}10}[m \times q_{\hat{a}10}] \cdot C'[q_{\hat{a}10} \times q_{\hat{a}10\%}] \cdot C[q_{\hat{a}10\%} \times q_{\hat{a}10}] \times \\ &\times F_{\hat{a}10\%}[q_{\hat{a}10\%} \times n_{\hat{a}1}] = \\ &= A_{\hat{a}10}[m \times q_{\hat{a}10}] \cdot C[q_{\hat{a}10} \times q_{\hat{a}10\%}] \cdot F_{\hat{a}10\%}[q_{\hat{a}10\%} \times n_{\hat{a}1}] \end{aligned} \quad (30)$$

С учетом (26) и (30) можно записать прогнозные значения в центрах блоков с восстановленным набором признаков:

$$\begin{aligned} Y_{\hat{a}10}[m \times n_{\hat{a}1}] &= A_{\hat{a}10}[m \times q_{\hat{a}10}] \cdot C[q_{\hat{a}10} \times q_{\hat{a}10\%}] \times \\ &\times T[q_{\hat{a}10\%} \times q_{\hat{a}10}] \cdot F_{\hat{a}10}[q_{\hat{a}10} \times n_{\hat{a}1}] \end{aligned} \quad (31)$$

Это выражение – алгоритм вычисления прогнозной матрицы в центрах блоков с полным набором признаков, т.е. решена задача восстановления числа параметров в прогнозной матрице для центров блоков.

Аналогичная задача решается и для значений в реальных точках: из (20) и (19) имеем:

$$A_{-hbt}[m_1 \times q_{f'0\%}] = A_{-h0\%}[m_1 \times q_{-h0\%}] \cdot e[q_{-h0\%} \times q_{f'0\%}], \quad (32)$$

откуда находим матрицу B , учитывающую переход от центров блоков сетки к точкам наблюдения (скважинам) и временное изменение осей (ход решения аналогичен вычислению матрицы временного вращения):

$$B[q_{\alpha 0} \times q_{\beta 0}] = \Lambda_{\alpha 0}^{-1} \cdot \Lambda_{\alpha 0} [q_{\alpha 0} \times m_1] \times \Lambda_{\beta 0} [m_1 \times q_{\beta 0}] \quad (33)$$

Повернув на те же углы матрицу $F_{\alpha \beta 0}$, получим значения компонент в блоках, выраженные через значения в скважинах на начальный момент времени, но с сокращенным набором признаков:

$$F_{\beta 0} (\Lambda_{\alpha 0} [q_{\alpha 0} \times n_{-b}]) = e' [q_{\alpha 0} \times q_{-b 0}] \cdot F_{\alpha 0} [q_{-b 0} \times n_{-b}] \quad (34)$$

Перемножим $F_{\alpha \beta 0}$ и $\Lambda_{\alpha \beta 0}$, записанные в виде (31) и (32), получаем нормированные прогнозные значения сокращенного набора признаков через начальные значения в скважинах:

$$Y_{\beta 0} (\Lambda_{\alpha 0} [m_1 \times n_{-b}]) = \Lambda_{\alpha 0} [m_1 \times q_{-b 0}] \cdot e [q_{-b 0} \times q_{\alpha 0}] \times B' [q_{\alpha 0} \times q_{-b 0}] \cdot F_{\alpha 0} [q_{-b 0} \times n_{-b}] \quad (35)$$

Теперь необходимо восстановить полный набор признаков в прогнозной матрице для реальных объектов. Матрицу восстановления числа признаков удобнее искать из вращения $F_{-b 0} \rightarrow F_{-b}$:

$$F_{-b 0} [q_{-b 0} \times n_{-b}] = D [q_{-b 0} \times q_{-b}] \cdot F_{-b} [q_{-b} \times n_{-b}], \quad (36)$$

откуда по аналогии с решением для C находим:

$$D [q_{-b 0} \times q_{-b}] = n_{-b}^{-1} \cdot F_{-b 0} [q_{-b 0} \times n_{-b}] \cdot F_{-b}^{-1} [n_{-b} \times q_{-b}]. \quad (37)$$

Умножив на D' справа матрицу $\Lambda_{\alpha 0}$, получим с учетом (36) выражение для $\Lambda_{\alpha 0}$ с восстановленным признаков числом:

$$\Lambda_{\alpha 0} (\Lambda_{-b 0} [m \times q_{-b 0}]) = \Lambda_{-b 0} [m \times q_{-b}] \cdot D' [q_{-b} \times q_{-b 0}] \quad (38)$$

Если в уравнении (34) $\Lambda_{\alpha 0}$ выразить через $\Lambda_{-b 0} (\Lambda_{-b 0})$, то получим решение для вычисления прогнозных значений всех признаков в

скважинах:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{смп}} [m \times n_{\text{ск}}] &= Y_{\text{нш}} (A_{\text{ск0н}} (A_{\text{ск0}})) = \\
 &= A_{\text{ск0}} [m \times q_{\text{ск0}}] \cdot D' [q_{\text{ск0}} \times q_{\text{ск0н}}] \times \\
 &\times B [q_{\text{ск0н}} \times q_{\text{нш}}] \cdot B' [q_{\text{нш}} \times q_{\text{ск0н}}] \cdot F_{\text{ск0н}} [q_{\text{ск0н}} \times n_{\text{ск}}]
 \end{aligned}
 \tag{39}$$

Уравнение (39) позволяет с учетом (32) и (37) вычислить значения полного набора прогнозных признаков для реальных объектов. Возвращение к исходным единицам измерения возможно при условии задания законов изменения средних значений и дисперсий всех исходных признаков. Поиск окончательного варианта еще не завершен. Пока же X_i и σ_i для имеющихся прогнозных признаков взяты из прогнозной матрицы, а для пропущенных – из матрицы начального состояния. Здесь желательно использовать разработанные вероятностные методы оценки смещения среднего значения и дисперсии.

С точки зрения практического применения информационных технологий наиболее перспективен мониторинг окружающей среды. Геоэкологический мониторинг представляет собой систему наблюдения, изучения и контроля для управления состоянием окружающей среды [23]. Поскольку окружающая среда – многокомпонентная система, характеризуемая огромным количеством параметров и их взаимосвязей, их изучение контролируется ограниченными финансовыми вложениями в систему мониторинга. Комплексный подход к изучению этой системы реализуется рядом принципов экологического мониторинга. В качестве основного международного опыта изучения экосистем разного иерархического уровня рекомендует принцип проблемной организации, когда на короткое время разворачивается широкая программа наблюдений под определенную проблему. После детального изучения этой проблемы, заключающегося в выявлении взаимосвязей наблюдаемых параметров, программа сворачивается, а наблюдения продолжают по сокращенной сети и/или ограниченному набору параметров [23].

Такая постановка справедлива для сохраняющейся структуры взаимосвязей, однако, известно, что техногенная эволюция геосистем по своей скоротечности на многие порядки превышает естественную, а потому является не просто системным процессом, но системно-динамическим. Мало того, современная теория техногенной эволюции геосистем должна иметь в своем методологическом арсенале возможности прогнозирования, предвидения хода явлений-возможно никогда ранее не существовавших в естественных условиях. Традиционно результаты мониторинга используются для создания моделей сложных объектов и процессов. С другой стороны, проблемная постановка гео-

УДК 551.551.2

**ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ МЕЗОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ВОДОХРАНИЛИЩА**

Канд. физ.-мат. наук · Б.Б.Бакирбаев
Канд. техн. наук Ж.Керимкул
А.Т.Утехожаева

В статье излагается трехмерная нестационарная мезометеорологическая модель, предназначенная для исследования деформации микроклимата в прибрежной зоне водохранилища. Модель содержит уравнения импульса, температуры и влажности, дополненная уравнением статики. Для построения разностной схемы применяется метод расщепления по физическим факторам. Приводятся примеры и обсуждается вопрос о численном алгоритме.

Рост внимания к проведению природоохранных мероприятий выдвигает повышенные требования к точности моделей, предназначенных для расчетов распространения примесей в атмосфере. Известно, что используемые в настоящее время методики расчета распространения примеси и подавляющая часть опубликованных моделей пригодна в основном только для условий термически - однородного рельефа. Однако реально значительное количество крупных энергетических объектов (АЭС, ТЭЦ) размещается на побережье крупных водоемов, где условия рассеяния примеси имеют специфические особенности. Поэтому вполне понятен возникающий интерес к изучению переноса и рассеяния примесей в прибрежных районах.

Специфика метеорологических условий прибрежных районов в основном определяется двумя факторами: наличием бризов в теплое время и возникновением внутреннего пограничного слоя, при пересечении воздушным течением береговой черты [1].

Наличие внутреннего пограничного слоя сильно влияет на распространение примеси, обуславливая явления «задымления».

Особый интерес представляет возможность воздействия искусственного незамерзающего водохранилища на атмосферные процессы.

Необходимо тщательно исследовать мезомасштабные гидродинамические процессы (туманы, гололед), соответствующие таким ситуациям, которые можно характеризовать как жесткое антропогенное возмущение окружающей среды в локальном масштабе. Например, туманы испарения образуют при натекании сильно выхоложенного воздуха суше не замерзшую поверхность искусственного водоема.

Часто такие искусственные водоемы располагаются в горных районах, и при физико-математическом моделировании возникает необходимость учета рельефа местности. Наличие гор или различных орографических неоднородностей приводит к значительному усложнению вычислительных алгоритмов, используемых для решения нелинейных уравнений термогидродинамики.

В данной работе на базе пространственного гидростатического уравнения термогидродинамики рассматриваются изменения микроклимата вокруг искусственного водоема, расположенного в горной местности.

Рассмотрим пространственное уравнение гидротермодинамики атмосферы в обобщенной криволинейной системе координат [2 - 4]:

$$\frac{\partial u'}{\partial t} + A(u') = -\frac{\partial \pi'}{\partial x} - a_1 \frac{\partial \pi'}{\partial z^*} + f v'; \quad (1)$$

$$\frac{\partial v'}{\partial t} + A(v') = -\frac{\partial \pi'}{\partial y} - a_2 \frac{\partial \pi'}{\partial z^*} - f u'; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \pi'}{\partial z^*} = -a_3 \frac{\partial \pi'}{\partial z^*} + \lambda \vartheta' (1 + 0.61 q'); \quad (3)$$

$$\frac{\partial \vartheta'}{\partial t} + A(\vartheta') + \frac{S}{a_3} (w' - a_1 u' - a_2 v') = \frac{L_w}{C_p} \Phi + Q_R - \Lambda_H \vartheta'; \quad (4)$$

$$\frac{\partial q'}{\partial t} + A(q') + \frac{\gamma}{a_1} (w' - a_1 u' - a_2 v') = -\Phi; \quad (5)$$

$$\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial v'}{\partial y} + \frac{\partial w'}{\partial z} = 0. \quad (6)$$

Вертикальная координата определяется формулой:

$$z^* = \frac{z - z_x(x, y)}{z_T - z_x(x, y)} z_T, \quad (7)$$

где: $z_p = z_p(x, y)$ - непрерывная функция, описывающая структуру рельефа местности; $a_1 = \frac{\partial z^*}{\partial x}$; $a_2 = \frac{\partial z^*}{\partial y}$; $a_3 = \frac{\partial z^*}{\partial z}$;

$K_{x_1} = K_M$; $K_{z_1} = K_T$ - коэффициенты турбулентного обмена для импульса скорости и температуры; t - время, u, v, w - компоненты вектора скорости движения; $g = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{g}{R}}$ T - отклонение потенциальной

температуры; R - универсальная газовая постоянная; C_p - удельная теплоемкость воздуха; $\pi = \frac{C_p \bar{\theta}}{A g} T$ - функция Эксенера; $\bar{\theta}$ - средняя температура воздуха; q - удельная влажность; L_w - скрытая теплота конденсации; Φ - скорость образования жидкой фазы; f, S, λ - параметры Кориолиса, стратификации и конвекций соответственно, γ - фоновый градиент удельной влажности; k_x, k_y, k_z - горизонтальные и вертикальные коэффициенты турбулентности; O_R - радиационный приток тепла, Λ_1 - коэффициент охлаждения Ньютона.

Оператор $A(\varphi)$ определяется выражением:

$$A(\varphi) = \text{div } \bar{u} \varphi - \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} - a_3^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} k_z \frac{\partial \varphi}{\partial z};$$

$$\varphi = (u', v', w', \theta', q').$$

При выводе системы (1) - (6) метеорологические элементы записывались в виде суммы фоновых значений и отклонений от них, вызванных мезо-масштабными возмущениями:

$$\begin{aligned} \bar{u}(\bar{x}, t) &= \bar{U}(z) + \bar{u}'(\bar{x}, t); \\ \bar{\pi}(\bar{x}, t) &= \bar{U}(z) + \bar{\pi}'(\bar{x}, t); \\ \rho(\bar{x}, t) &= \bar{\rho}(z) + \rho'(\bar{x}, t); \\ q(\bar{x}, t) &= \bar{Q}(z) + \bar{q}'(\bar{x}, t); \\ \theta'(\bar{x}, t) &= \theta(z) + \theta'(\bar{x}, t). \end{aligned}$$

Далее предполагалось, что:

$$\left| \frac{\theta'}{\theta} \right| \ll 1; \quad \left| \frac{\rho'}{\bar{\rho}} \right| \ll 1; \quad \left| \frac{\pi'}{\bar{\pi}} \right| \ll 1. \quad (8)$$

Фоновые значения удовлетворяют следующей системе уравнений:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial z^*} = -\lambda \theta, \quad P = \bar{\rho} R \bar{T}, \quad \frac{d\theta}{dz} = S, \quad (9)$$

Для замыкания системы (1) - (6) относительно вертикального коэффициента турбулентного обмена (K_H , K_M) использовалось кинетическое уравнение турбулентной энергии [2, 5]:

$$\begin{aligned} \frac{db^2}{dt} = & \left(\frac{z_r}{z_r - z_0} \right)^2 \frac{\partial}{\partial z^*} \left(E_1 b l \frac{\partial b^2}{\partial z^*} \right) + \\ & + 2 \frac{z_r}{z_r - z_0} \left[-\overline{uw} \frac{\partial u}{\partial z^*} - \overline{vw} \frac{\partial v}{\partial z^*} \right] + 2 \beta g w \overline{\theta} - 2 \frac{b^2}{B_1 l}, \end{aligned} \quad (10)$$

где: θ - средняя по вертикали потенциальная температура; β - коэффициент объемного теплового расширения.

Турбулентные потоки определим:

$$\begin{aligned} (-\overline{uw}, -\overline{vw}) &= \frac{z_r}{z_r - z_0} k_M \left(\frac{\partial u}{\partial z^*}, \frac{\partial v}{\partial z^*} \right); \\ (-\overline{w\theta}) &= \frac{z_r}{z_r - z_0} k_H \frac{\partial \theta}{\partial z^*}. \end{aligned}$$

В работах [2, 5] для вычисления k_H , k_M использовалась гипотеза приближенного подобия Колмогорова, путь смещения турбулентности определяется формулой Кармана, которая приводит к алгоритмическим неудобствам. В данной работе согласно [6, 7], значения k_H , k_M определяется из алгебраических выражений, а путь смещения определяется в зависимости от класса устойчивости в слоях атмосферы:

$$\begin{aligned} k_M = & A_1 l b^3 \left[(1 - 3C) b^2 + 3A_2 l^2 \{ (B_2 - 3A_2) - 3C(4A_1 + B_2) \} S \right] + \\ & + [b^4 + 6A_1^2 l^2 b^2] \left| \frac{\partial \bar{v}}{\partial z^*} \right|^2 + 3A_1 A_2 l^2 \{ 6A_1^2 l^2 (B_2 - 3A_2) \left| \frac{\partial \bar{v}}{\partial z^*} \right|^2 + \right. \\ & \left. + (7 + B_2/A_1) b^2 + 9A_2 l^2 (4A_1 + B_2) S \} S \right]; \end{aligned} \quad (11)$$

$$k_H = A_1 l \left[b^2 - 6A_1 l \left| \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right|^2 \right] + [b^2 + 3A_2 l^2 (4A_1 + B_2)] \cdot S \quad (12)$$

Здесь $b^2 = \frac{u'^2 + v'^2 + w'^2}{2}$ турбулентная энергия,

l - масштаб турбулентности; S - параметр стратификации; $A_1, A_2, B_1, B_2, C, E_3$ - эмпирические постоянные ($A_1, A_2, B_1, B_2, C, E_3$) = (1.031, 0.4532, 42.5, 15.1, 0.1922, 1)

Масштаб турбулентности l определим следующим образом:

- для неустойчивой атмосферы:

$$l = \frac{kz}{B_1} \left[\frac{2 \left(12 + 0.5 \left(\frac{z_1}{L} \right)^{3/4} \right)^{3/4} + 17 \left(1 + 3 \left(\frac{z_1}{L} \right)^{3/4} \right)^{3/4}}{1 + 0.5 \left(\frac{z_1}{L} \right)^{3/4}} \right]^{3/4} \quad (13)$$

- для неустойчивого переходного слоя:

$$l = z \frac{\left(0.62 + 1.8 \left(\frac{z}{z_1} \right)^{3/4} - 1.65 \left(\frac{z}{z_1} \right)^{3/4} \right)^{3/4}}{B_1 \left(0.6 \left(\frac{z}{z_1} \right)^{3/4} - 0.3 \right)} \quad (14)$$

где z_1 - высота конвективного слоя, $L = -\frac{u_*^3}{x^3 \lambda T_H}$, L - масштаб длины Молина - Обухова; для устойчивого и нейтрального слоя атмосферы:

$$\frac{1}{l} = \frac{\phi_l}{kz} + \frac{1}{l_0}, \quad \phi_l = 1 + 3.3 \frac{z}{L}; \quad (15)$$

$$l_0 = 0.1 \frac{\int_0^{\infty} b z dz}{\int_0^{\infty} b dz}$$

Коэффициенты горизонтальной турбулентности параметризуются как в работе [3]. Параметризация длинноволновой радиации и микрофизические процессы с образованием тумана и облачности пока не рассматриваются.

Теперь зададим краевые условия для системы (1) - (6). Для скорости на нижней границе ($z^*=0$) области они имеют обычный вид:

$$u = v = w = 0. \quad (16)$$

Для температуры и влажности задается их распределение:

$$\begin{aligned} \theta'(x, y, t) \Big|_{z^*=0} &= \theta_0'(x, y, t); \\ q'(x, y, t) \Big|_{z^*=0} &= q_0'(x, y, t). \end{aligned} \quad (17)$$

В расчетных формулах энергообмен между атмосферой и подстилающей поверхностью определяются из теплового баланса совместно уравнениями теплопроводности и влагопереноса в почве [2, 3]. На верхней границе области предполагается условие затухания всех метеорологических возмущений:

$$u' = 0, v' = 0, w' = 0, \theta' = 0, q' = 0, \pi' = 0. \quad (18)$$

На боковых границах области задавались условия горизонтальной однородности - все производные по x и y равны нулю.

Краевые условия для уравнений энергии турбулентной пульсации имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} b^2 &= u_*^2 \left[2 \left(12 - 0.5 \frac{z_1}{L} \right)^{2/3} + 1.7 \left(1 - 3 \frac{z_1}{L} \right)^{2/3} \right]; L < 0 \\ b^2 &= u_*^2 B_1^{2/3} \left[\left(1 + 3.7 \frac{z_1}{L} \right) / \left(1 + 1.7 \frac{z_1}{L} \right) \right]^{2/3}; L \geq 0 \end{aligned} \right\} \text{ для } z^* = 0: \quad (19)$$

$$\frac{\partial b^2}{\partial z^*} = 0, \quad z^* = z_f,$$

где: u_* - масштаб скорости, определяется следующей формулой:

$$u_*^2 = k_M \left[\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad z_1 \approx z_q + z_0 + d,$$

где: z_0 - параметр шероховатости.

Интегрирование уравнений всегда начиналось с состояния нулевых возмущений и продолжалось до выхода на периодический режим.

Для решения уравнения (1) - (6) с краевыми условиями по времени применяется метод расщепления по физическим факторам [8]. Следуя [2, 5], решение задачи на шаге $t_n \leq \Delta t \leq t_{n+1}$ получим как результат последовательного решения двух более простых задач:

1. Система уравнений, описывающих перенос субстанции вдоль траектории и турбулентный обмен.
2. Задача динамического согласования метеорологических полей.

Первый этап с соответствующими начальными и краевыми условиями с помощью метода расщепления [8] сводится к последовательному решению ряда простых задач. Аппроксимация выбирается таким образом, чтобы интегральные инварианты исходной дифференциальной постановки сохранились в конечно - разностном виде. Решение первого этапа подобно рассмотрен в работах [2, 4, 5]. На втором этапе решается задача динамического согласования метеорологических полей:

$$\frac{\partial u'}{\partial t} = -\frac{\partial \pi'}{\partial x} - a_1 \frac{\partial \pi'}{\partial z} + f v'; \quad (20)$$

$$\frac{\partial v'}{\partial t} = -\frac{\partial \pi'}{\partial y} - a_2 \frac{\partial \pi'}{\partial z} + f u'; \quad (21)$$

$$\frac{\partial \pi'}{\partial z^*} = a_3 \frac{\partial \pi'}{\partial z} + \lambda g'(1 + 0.6 |q'|); \quad (22)$$

$$\frac{\partial g'}{\partial t} + \frac{3}{a_1} (w' - a_1 u' - a_2 v') = 0; \quad (23)$$

$$\frac{\partial u'}{\partial x} + \frac{\partial v'}{\partial y} + \frac{\partial w'}{\partial z^*} = 0. \quad (24)$$

С краевыми условиями:

$$\frac{\partial v'}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v'}{\partial x} = 0 \quad \text{при } x = \pm X; \quad (25)$$

$$\frac{\partial u'}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v'}{\partial y} = 0 \quad \text{при } y = \pm Y; \quad (26)$$

$$w' = 0 \quad \text{при } z^* = 0; \quad (27)$$

$$v' = 0, \quad w' = 0 \quad \text{при } z = z_T. \quad (28)$$

Решение первого этапа при $t=t^{n+1}$ служит начальным условием для задачи динамического согласования метеорологических полей.

Аналогично работам [2, 4], выразим u^{n+1} , v^{n+1} , w^{n+1} через значения u' , v' , w' , ϑ' на предыдущем шаге, а значение π^{n+1} - с помощью (22) - (23). Конечно - разностный аналог уравнения неразрывности запишем в следующем виде:

$$\frac{u_{i-\frac{1}{2},k}^{n+1} - u_{i-\frac{1}{2},k}^{n+1}}{\Delta x_{i-1}} + \frac{v_{i+\frac{1}{2},k}^{n+1} - v_{i-\frac{1}{2},k}^{n+1}}{\Delta y_{i+1}} + \frac{w_{i,k+\frac{1}{2}}^{n+1} - w_{i,k-\frac{1}{2}}^{n+1}}{\Delta z_k} = 0. \quad (29)$$

В разностное уравнение (29) подставим значение u^{n+1} , v^{n+1} , w^{n+1} из (20) - (23) в итоге получим уравнения Пуассона:

$$-\frac{\partial^2 \pi^{n+1}}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \pi^{n+1}}{\partial y^2} - \alpha(\bar{x}) \frac{\partial^2 \pi^{n+1}}{\partial z^2} - a_1 \frac{\partial^2 \pi^{n+1}}{\partial x \partial z^*} - a_2 \frac{\partial^2 \pi^{n+1}}{\partial x \partial z^*} = F. \quad (30)$$

Уравнения (30) решаются при следующих краевых условиях: $\pi = 0$ при $z = z_T$, $\pi_{,i} = \beta_T \pi'$ при $z^* = 0$ где $\alpha(\bar{x})$, $a_1(\bar{x})$, $a_2(\bar{x})$ - зависят от функции рельефа. F - правая часть.

Уравнение (30) перепишем в операторном виде:

$$L^n \pi = F, \quad (31)$$

где $L^n = L_1^n + L_2^n + L_3^n + L_{13}^n + L_{23}^n$.

Непосредственной проверкой устанавливаются следующие свойства операторов:

$$L_\alpha \left(\alpha = 1, 3 \right); \\ (L_\alpha \pi', \pi') \geq 0, \quad (32)$$

где скалярное произведение определяется в пространстве сеточных функции выражениями:

$$(\pi', \pi') = \sum_{i,j,k} \pi'_{i,j,k} \pi'_{i,j,k} \Delta x \Delta y \Delta z$$

где Δx , Δy , Δz - шаги сеточной области.

Учитывая, что в (30) a_1, a_2 меньше 1, можно показать, что в (32):

$$((L_{13} + L_{23})\pi', \pi') < ((L_{1x} + L_{2y} + L_{3z})\pi', \pi')$$

Следовательно, при численной реализации будем считать, что в (31) операторы L_{1x}, L_{2y}, L_{3z} являются главными, а влияние слагаемых L_{1z}, L_{2x}, L_{3y} учитываются как поправки.

Для решения уравнения (31) используется следующая итерационная схема [9]:

$$B \frac{\pi^{n+1} - \pi^n}{\tau_n} = \Delta \pi^n - F^n, \quad (33)$$

где: $B = (E + \frac{\omega_n}{2} L_{1x})(E + \frac{\omega_n}{2} L_{2y})(E + \frac{\omega_n}{2} L_{3z})$, τ_n, ω_n - итерационные параметры, которые удовлетворяет условию:

$$0 < \frac{\tau_n}{\omega_n} \leq 1. \quad (34)$$

Параметр τ_n выбирает из условия минимума квадрата длины вектора невязки:

$$\tau_n = F = L\pi^{(n)},$$

г.е.
$$\tau_n = \frac{(LB_m^{-1}z_m, z_m)}{(LB_m^{-1}z_m, LB_m^{-1}z_m)}, \quad (35)$$

а параметр ω - выбирается из условия (35).

Реализация итерационного процесса (32) сводится к вычислению вектора невязки и к последовательному решению трех точечных уравнений методом прогонки в направлении x, y и z^* . На практике описанный итерационный процесс (33) показал хорошую сходимость; для получения удовлетворительного решения достаточно, как правило 4 - 6 итераций; при этом в качестве начального приближения удобно использовать значения сеточной функции π полученные на предыдущем шаге. После определения π^{n+1} искомые функции u', ϑ', q', v' определяются из разностных аналогов уравнения (20)-(23). Вертикальная ско-

рость $w^*(t, \bar{x})$ определяется из продифференцированного уравнения неразрывности по z . В этом случае уравнение неразрывности можно решать методом факторизации. При этом одновременно используются краевые условия по координате z^* . Уравнения энергии для турбулентных пульсации с краевыми условиями решаются монотонной схемой с итерационным уточнением.

С помощью описанной модели была проведена серия численных экспериментов по моделированию мезометеорологических процессов, развивающихся в горных местностях под влиянием термической неоднородности.

Размеры области, где выполнялись расчеты, составляли 2.5 км по вертикальному и 50 км по горизонтальному направлению. Эти размеры были выбраны, исходя из условия, что они больше возможных максимальных масштабов локальных атмосферных процессов. Расчетная сетка имела 25 узлов по вертикали и 25 узлов по горизонтальным направлениям. По вертикали сетка была неравномерной, ее шаги возрастали от 10 м из подстилающей поверхности до 200 м верхней части области. На рис. 1 показано структура рельефа, расположение водоема 450 м. Численные расчеты проводились для летнего времени года. Остальные параметры следующие: $\Delta t = 90 \text{ с}$, $f = 10^{-4} \text{ с}^{-1}$, $S = 3 \cdot 10^{-3} \text{ град/м}$, $\lambda = 0.035 \text{ м/с град}$; $P = 1013 \text{ мб}$; $A = 0.3$, $C_p = 0.24 \text{ кал/(г град)}$, $\Lambda = 1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, $Q = Q \exp(-\beta z)$; $\frac{\partial Q}{\partial z} = -\beta Q$; $Q = 12 \text{ г/кг}$, $\beta = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}$;
 $\theta = \bar{\theta} + S z^*$, $\bar{\theta} = 295 \text{ к}$, $\Phi = 0$, $Q_R = 0$

Вариант 1. Рассмотрим вариант, когда фоновые возмущения крупномасштабной циркуляции отсутствуют (u_ϕ, v_ϕ) т.е. мезометеорологический процесс развивается только за счет локальной неоднородности поверхности. С восходом солнца поверхность горы нагревается, и между водой и сушей образуется температурный градиент, стимулирующий локальную циркуляцию типа морского бриза. Надо отметить, что мезопроцесс в своем развитии последовательно проходит несколько стадий. В начале циркуляция воздуха, вызванная термической контрастностью вода - суша, развивается только над линией берега. Затем с повышением температуры суши область, подверженная локальной циркуляции увеличивается. Область восходящих потоков смещается в сторону горы. В момент времени $t = 15$ температуры у вершины горы достигает своего максимума ($+25^\circ \text{C}$), после чего начинает убывать. Несмотря на это, область подверженная локальной циркуляции, продолжает увеличиваться, возмущения распространяются почти на всю область счета. Надо отметить, что на образования бриза влияет горно-долинный ветер. На западном склоне горы долинный ветер усиливает скорость его, на восточном склоне затормаживает потока. В результате

чего примерно над вершиной горы образуются восходящие потоки, где вертикальная скорость ветра и коэффициент турбулентного обмена достигают максимальные значения ($w=29\text{ см/с}$, $k_H=47\text{ м}^2/\text{с}$) (рис.1). В рассматриваемом примере вертикальный масштаб течения существенно выше и впереди фронта бриза наблюдаются конвективные ячейки «бернардовского типа». Надо отметить, адвекция холода по ветру распространяется на десятки километров. За фронтом они подавляются сильным сдвигом ветра.

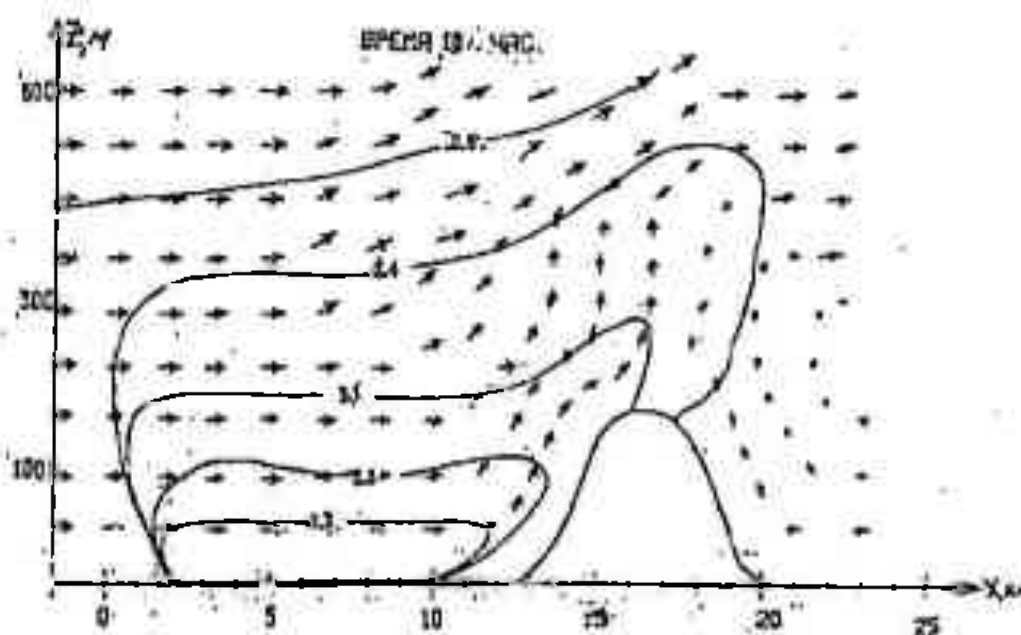


Рис.1. Вектор скорости и изоляции потенциальной температуры

Вариант 2. Теперь рассмотрим влияние крупномасштабного потока на развитие мезопроцесса. Фоновый поток зададим формулой:

$$\{U(t) = [3 + 3 \sin \frac{t-12}{12} \pi], V(t) = 0\},$$

где: V - высота горы $H=450$ м.

Остальные параметры модели как в первом варианте. Опишем один из фрагментов эксперимента. Ночью, когда суша холоднее чем вода, ветер направлен в сторону водоема. При длительном действии скоростей фоновых ветра за счет энергии потока получается обтекания хребта, у подножия горы образуется восходящие потоки, где коэффициент турбулентности принимает экстремальные значения. На восточном склоне образуется горный ветер, его направление совпадает с фоновым потоком и в результате вектор скорости увеличивается до 6м/с (рис.2). Результаты численных экспериментов качественно совпадает с аналогичными работами и удовлетворительно описывают мезопроцес-

сы в пограничном слое атмосферы. Выполненные расчеты показали, что разработанная гидродинамическая модель в неоднородном пограничном слое имеет достаточное пространственное разрешения для выделения характерных для бризов, долинных ветров зон с резко отличающимися характеристиками течения и турбулентности.

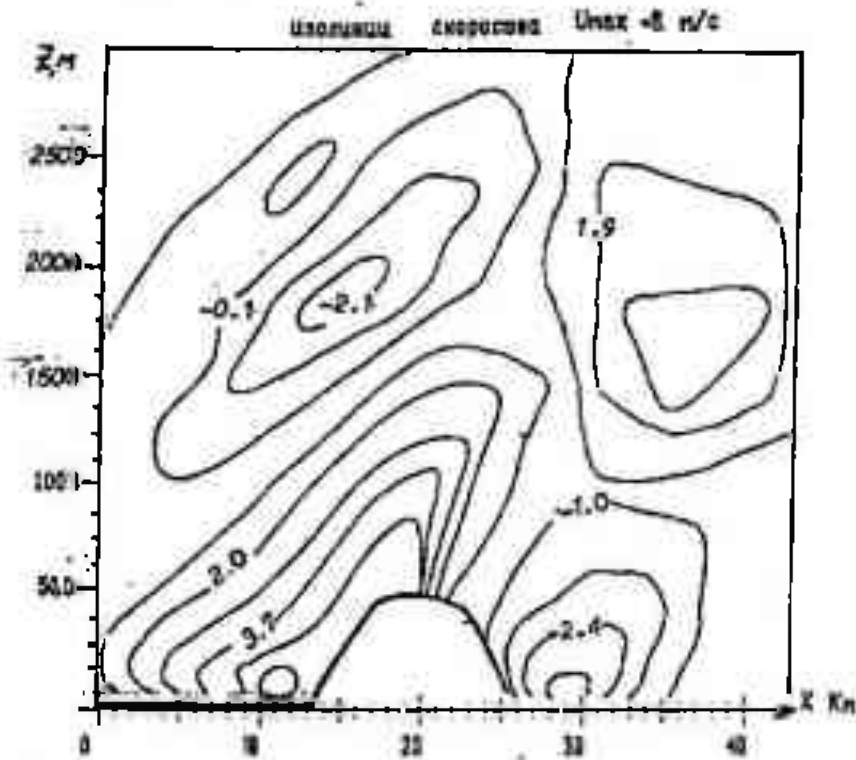


Рис.2. Изолинии U – компоненты вектора скорости в момент времени t

Литература

1. Гутман Л.Н. Введение в нелинейную теорию мезометеорологических процессов - Л.: Гидрометеиздат, 1968, с.367.
2. Пененко В.В., Алоян А.Е. Модели и методы в задачах охраны окружающей среды. - М. Наука, 1985, с. 253
3. Pielke R.A. The derivation of a terrain - following coordinate system for use in a hydrostatic model. // J. Atmos. Sci., 1991. v.38, №8. P. 1707 - 1713
4. Бакирбаев Б. Численное моделирование мезометеорологических процессов, развивающихся в горной местности. // В кн.: Системное моделирование экологических процессов. - Новосибирск, 1993, с.101-110.
5. Марчук Г.И. Методы математического моделирования в проблеме окружающей среды. - М. Наука, 1982, с.291
6. Yamada T. Simulations of nocturnal drainage flow by q^2 - 1 turbulence closure model. // J. Atmos. Sci., 1983, v. 40, p. 91 -106.
7. Yamada T. A numerical simulation of nocturnal drainage flow.// J. Meteorol. Soc. Japan, 1981, v. 59, p. 108 -122.

8. Марчук Г. Н. Методы расщепления. - М.: Наука, Гл.ред.физ-мат. Лит., 1988, с. 264
9. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. -М.:Наука, 1986.с.656.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ЖАҒАЛАУ АУДАНДАРЫНДАҒЫ
МЕЗОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІНІҢ
САНДЫҚ ҮЛГІСІ**

Физ-мат.ғыл.канд.	Б.Бакирбаев
Техн.ғыл.канд.	Ж.Керімкүл
	А.Утехожаева

Бұл жұмыста үш өлшемді уақытқа байланысты мезометеорологиялық үлгі қарастырылған. Математикалық үдіспен су қоймасы маңындағы микроклиматтының өзгерісін зерттеуге арналған. Үлгілі импульстің, температураның және ылғалдың сипаттамалы теңдеулері кіреді. Система статикалық теңдеулермен толықтырылған. Турбуленттік энергия теңдеуі вертикальдық турбуленттік коэффициентті анықтауға жол береді. Турбуленттік масштабта атмосфераның орнықтылық класына байланысты анықталады. Мақала мысалдарыменен толықтырылған және кейбір сандық алгоритмдер талқыланған.

УДК 626. 82

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Канд.сельхоз.наук	С.И.Исабай
Канд.техн.наук	Е.О.Омаров
Канд.техн.наук	М.Н.Сенников
Канд.сельхоз.наук	Г.Е.Омарова

Процесс эксплуатации сопровождается с изменением показателей качества элементов оросительных систем. Для решения этой задачи предлагается методика и оценка уровня качества. На основе системного анализа и методов квалитметрии впервые произведена попытка обоснования методики и оценки состояния оросительных систем.

В связи с переходом народного хозяйства республики Казахстан на рыночную систему хозяйствования, особенно на юге, вопросы улучшения эксплуатации оросительных систем (ОС) имеет большое значения для обеспечения высокой продуктивности мелиорированных земель. С каждым годом задачи эксплуатационной службы усложняются, а объем работ увеличиваются. По этому одной из главных задач службы эксплуатации является регулярная оценка состояния ОС.

Под состоянием оросительной системы подразумевается уровень ее качества. Оценка состояния ОС проводится с целью выявления более полного использования всех заложенных в ОС и предусмотренных нормативно-технической документацией (НТД) полезных свойств, а также для сбора необходимой эксплуатационной информации.

Качеством оросительной системы является совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения водопользователей в определенном количестве оросительной воды и поддержки орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии за цикл функционирования системы.

Процесс эксплуатации сопровождается постепенным ухудшением значения показателей качества элементов ОС, полученных при их проектировании и строительстве. Поэтому основной особенностью оценки уровня качества ОС в эксплуатации является необходимость учета факторов физического и морального старения элементов. Под элементом ОС подразумевается отдельное гидротехническое сооруже-

ния, канал, коллектор, дорога, насосная станции, лесная полоса и т.п., на которые эта система условно разбивается. При оценке состояния элемент считается неделимым и рассматривается как единое целое.

Предлагаемая методика уровня качества ОС позволит решить следующие основные задачи:

1. Определение уровня качества ОС, полученного при ее строительстве;
2. Определение послеремонтного качества ОС;
3. Осуществление диагностики технического состояния или модернизации;
4. Определение целесообразности ремонта и установление его эффективных форм.

Кроме того, расширив сферу применения метода, возможно объективное сравнение между собой различных типов оросительных систем, техники полива, отдельных типов элементов оросительной сети, дренажа, средств автоматизации, поливной техники и т.п., т.е. универсальность общего подхода позволяет широко внедрить его в практику гидротехнических мелиорации.

Оценка уровня качества ОС состоит из следующих основных этапов:

1. Составление иерархической структуры составляющих свойств качества оцениваемой ОС;
2. Выбор номенклатуры показателей качества;
3. Выбор методов определения показателей качества и расчет единичных определяющих показателей;
4. Приведение единичных показателей к общей шкале оценки;
5. Определение весовости показателей;
6. Вычисление комплексных показателей отдельных элементов и их групп;
7. Расчет обобщенного показателя;
8. Анализ вычисленных показателей и принятие решения.

Анализ показателей качества должен выполняться на всех уровнях иерархической структуры качества оросительной системы.

Составление иерархического дерева свойств качества ОС начинается с разбивки ее на отдельные элементы, каждому из которых присваивается порядковый номер. Нумерация элементов в пределах каждого оцениваемого участка оросительной системы сквозная. Затем элементы объединяются в поддеревья по признаку принадлежности к отдельным частям ОС: оросительной, коллекторно-дренажной, водосборно-сборной сети, вспомогательным сооружениям, дорогам, лесным полосам, средствам связи и т.д. Это делается для возможности оценки отдельных частей оросительной системы. Степень детализации ОС на элементы и поддеревья определяется сложностью ОС, с целью исследований, требуемой точностью оценок и т.д. Коротко рассмотрим содержание этапов по оценке уровня качества оросительной системы.

Иерархическая структура свойств качества ОС представлена на рисунке. Качество оросительной системы находится на самом низком (m) уровне. Сложность составляющих качество свойств уменьшается по мере перехода от нулевого к m уровню. Как правило, на уровне — единичные определяющие показатели. По предлагаемой схеме обобщенный показатель качества оросительной системы состоит из трех комплексных показателей качества /индексов качества /: технического состояния, технического уровня и технологического процесса. Эти три индекса всесторонне отражают свойства оросительной системы в процессе ее эксплуатации. В данную схему оценка сельскохозяйственного производства не включена из-за резкого увеличения индексов качества и сложности их оценки.

Оценка технического качества ОС начинается с выбора для каждого из ее элементов единичных определяющих показателей качества технического состояния. Номенклатура этих показателей и методы их определения выбираются по существующим ГОСТам и указаниям /1,2,4,5,6/. Определяющий показатель качества это такой показатель, который характеризует одно основное свойство элемента. В зависимости от цели оценки и индивидуальных особенностей элемента единичных показателей может, изменяться.

Для оценки технического состояния основных элементов ОС предлагаются следующие единичные определяющие показатели: расход оросительной воды, износ элемента, коэффициент полезного действия, коэффициент технического использования, затраты на техническое обслуживание и ремонт. Для каждого единичного определяющего показателя качества применяются соответствующие базовые значения из проектной или другой нормативно-технической документации, а также устанавливается предел допустимого отклонения фактического показателя от базового /предельное состояние/. Фактическое значения показателей определяются натурными измерениями, расчетами с использованием существующей эксплуатационной информации. При необходимости проводят дополнительные исследования.

Дифференцированная оценка единичных показателей выполняется путем вычисления относительных значений и их анализа:

$$q_i = P_{\delta i} / P_{\phi i} \quad \text{или} \quad q_i = P_{\phi i} / P_{\delta i},$$

где: $P_{\delta i}$ — значение i -го базового показателя; $P_{\phi i}$ — значение i -го фактического показателя; $i=1,2...n$ — количество показателей качества элемента.

Из формул выбирают ту, при которой увеличение относительного показателя отвечает увеличению качества. Дифференцированный анализ показателей позволяет выявить отклонения из от нормы и разрабо-

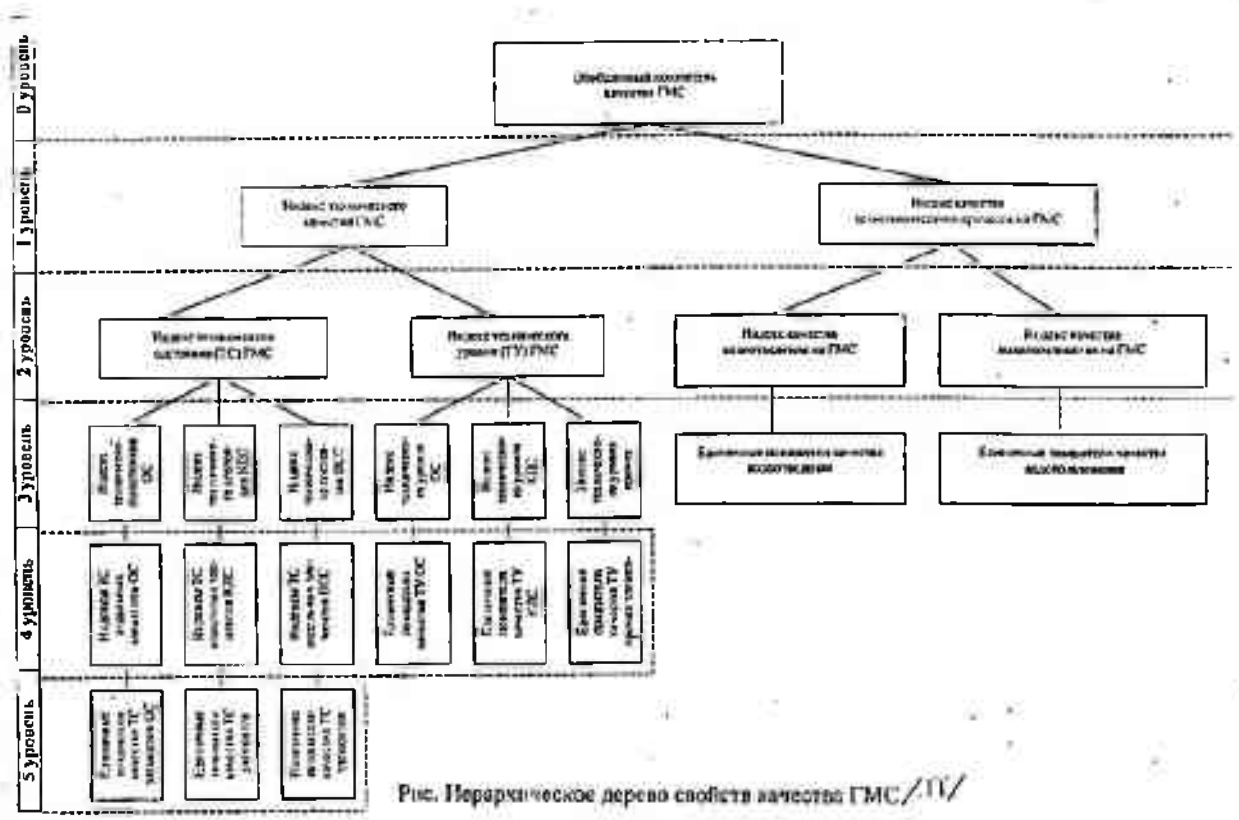


Рис. Иерархическое дерево свойств качества ГМС/ТВ

тать мероприятия по улучшению технического состояния отдельных элементов ОС.

В большинстве случаев оказывается, что часть показателей достигла своего предельного значения, а другая находится на удовлетворительном и даже хорошем уровне. Поэтому дифференцированная оценка технического состояния элемента затруднена. Тогда прибегают к комплексной оценке. С ее помощью можно установить уровень качества совокупности различных свойств, отдельных элементов или целой их группы. Для комплексной оценки наиболее часто применяются индекс качества, который обычно определяется как средний взвешенный геометрический показатель.

В связи с тем, что комплексной оценке подвергается вся оросительная система, имеющая в своем составе десятки (сотни) разнородных элементов, которые обладают к тому же разнородными свойствами, а также в совокупности оценивается технический уровень и качество технологического процесса, необходимо обеспечить сопоставимость множества различных показателей между собой. Это условие обеспечивается приведением всех единичных показателей качества к общей шкале оценки. При одинаковой номенклатуре единичных показателей всех элементов, определяемых одинаковыми методами, это действие можно не делать. Однако на оросительной системе при огромном разнообразии элементов различна и номенклатура их единичных показателей качества к одной общей безразмерной шкале необходимо. В этом случае обеспечивается сопоставимость различных оросительных систем между собой при различной технике полива и других особенностях ОС.

Универсальные и точные математические способы приведения единичных показателей к общей шкале еще не разработаны. В нашей республике и в странах ближнего и дальнего зарубежья чаще всего применяется метод функции желательности, который нашел широкое применение в различных отраслях промышленности и науки [8, 9, 10, 11]. Сущность этого метода состоит в том, что отклонения относительного показателя от нормы привязываются к определенным числовым значениям функции желательности. Например, предельному значению относительного показателя соответствует значение в общей безразмерной шкале 0,37, а хорошему состоянию – зона 0,63...0,80 и т.д. Поэтому значение показателя равное или меньше 0,37 (табл.) будет означать выход этого параметра за допустимое отклонение и, следовательно, этот показатель необходимо приводить в норму путем ремонта элемента, его реконструкции или модернизации.

Осуществляя на оросительной системе систематические наблюдения за изменениями отдельных показателей качества элементов, можно установить статистическую функцию изменения показателя во времени, что позволит прогнозировать предельные состояние и своевременно назначать соответствующие мероприятия по улучшению качества. Недостатком метода функции желательности является исполь-

зование экспертной оценки для привязки единичных показателей к общей шкале оценки. При наличии других научно обоснованных методик приведения к общей шкале можно применять и их /10/.

Таблица
Шкала уровня качества оросительной системы и ее элементов

Козф. качества функции жел.	Уровень качества отдельного показателя (единичного, комплексного, обобщенного)
От 0,00 до 0,20 включ.	Очень низкое качество как отдельных элементов, так и всей системы. Нужна полная реконстр. и модернизация (капитальный ремонт).
Св. 0,20 до 0,37	Граничная зона. Нужна частичная реконструкция системы. Кап. ремонт большинства элементов
Св. 0,37 до 0,63	Приемлемый уровень. Совершенствование системы обычными средствами. Текущий ремонт элементов.
Св. 0,63 до 0,80 включ.	Хороший уровень. Необходимо техническое обслуживание и уход.
Св. 0,80 до 1,00 включ.	Превосходный уровень. Система в отличном состоянии, предусмотренном НТД

В таблице приведена примерная шкала для оценки уровня качества как отдельных элементов, так и оросительной системы в целом.

При дальнейшем совершенствовании метода шкала оценок должна улучшаться применительно к каждой группе однородных элементов, части ОС или всей оросительной системе. Принцип приведения фактических значений единичных показателей качества к общей шкале дан в выше указанной литературе.

Комплексные показатели качества определяется по методике, изложенной в /2, 4, 5, 6, 10/. Для оценки технического состояния наиболее целесообразно использовать индексы качества:

$$Vq = \prod_{i=1}^n (q_i)^{\delta_i},$$

где: n - число показателей качества; q_i - относительный показатель качества может быть приведен к общей шкале; δ_i - параметр весомости i показателя качества. Когда параметры весомости отвечают:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = 1,$$

они называются коэффициентами весомости. По этой формуле вычисляется индекс качества отдельного элемента, целой группы, всей оросительной системы. При этом на более высоком уровне иерархии в комплексные показатели объединяются индексы качества низшего уровня согласно схеме на рисунке. В итоге вычисляется общий показатель качества оросительной системы.

Коэффициент весомости δ_i отражает относительную степень ценности или полезности того или иного свойства элемента или самого элемента и прямо или косвенно связаны с экономическими элементами или процессами. Методы определения параметров весомости изложены в 3,4, 6,9,10. Применение того метода зависит от наличия необходимых исходных данных.

В связи со слабой изученностью данного вопроса коэффициенты весомости отдельных единичных показателей качества элементов (номенклатуру их см. выше) можно принимать одинаковыми. При определении индексов качества технического состояния групп элементов или частей ОС коэффициенты весомости равны доле затрат на их техническое обслуживание и ремонт от общих (суммарных) затрат на ТОР.

Технический уровень оросительной системы показывает ее техническое совершенство по сравнению с базовыми показателями. Эта оценка позволяет учесть фактор морального старения ОС и обоснованно разрабатывать мероприятия по ее модернизации с учетом технического прогресса в мелиорации. Кроме того, такая оценка позволит уже на стадии проектирования закладывать в проекты прогрессивные технические решения и обосновывать лучшие варианты ОС. ВНИИ и ТП предлагаемым методом (в несколько измененном виде) рекомендует выполнять оценку проектов закрытых оросительных сетей [11]. Распространение метода на все типы ОС и их части, а также «старые» системы позволит своевременно и обоснованно намечать мероприятия по переустройству систем.

Оценку технического уровня ОС в целях сокращения объема работ целесообразно выполнять по укрупненным единичным определяющим показателям качества: 1) коэффициенту земельного использования, 2) удельным капитальным вложениям, 3) удельной энергоемкости производства, 4) удельной трудоемкости производства, 5) удельным эксплуатационным затратам, 6) удельным материальным ресурсом, а также другим специфическим свойствам, присущим данному типу ОС и применяемой технике полива. Например, можно учесть степень регулирования параметров ОС, ее оснащенность вспомогательными сооружениями, дорогами, средствами связи, автоматика и др. При необходимости можно определить технический уровень отдельных элементов или частей ОС. Базовые значения показателей технического уровня определяют по нормативно-технической документации, лучший внедренным проектом ОС для конкретного региона орошения и техники полива. Фактические значения показателей качества уровня принимаются по данным хозяйств и управлений оросительных систем. Относительные и комплексные показатели качества определяются по выше-

приведенным формулам. Затем они приводятся к общей шкале. Предельные значения показателей и уровня желательности определяют экспертным или другим путем. Последовательно определяются индексы технического уровня всей ОС (рис.). Вес единичных показателей качества технического уровня можно принимать одинаковым или определяется долей их восстановительной стоимости в общей восстановительной стоимости системы. Индекс технического ОС (рис.) определяется по формуле:

$$V_{TK} = V_{TC}^{\alpha_1} \cdot V_{TV}^{\alpha_2},$$

где: V_{TK} - индекс технического состояния ОС; V_{TV} - индекс технического уровня ОС; $\alpha_1 = C/(C+B)$ - коэффициент весомости технического состояния; $\alpha_2 = B/(C+B)$ - коэффициент весомости технического уровня; C - ежегодные суммарные затраты на техническое обслуживание и ремонт оцениваемой ОС, тенге; B - балансовая (восстановительная) стоимость оцениваемой ОС, приведенная к одному году, тенге.

Индекс качества технологического процесса на оросительной системе состоит из двух индексов: водопользования и водоотведения. Основные положения по выбору номенклатуры единичных определяющих показателей качества водопользования, а также способы определения базовых и фактических значений показателей для различных звеньев ОС изложены в /7/. По нашему мнению, наиболее полно качество водопользования характеризуют следующие единичные определяющие показатели: 1) гектаро-поливов за расчетный период; 2) удельная водоподача на поля; 3) удельная водоподача в голову оцениваемой ОС за расчетный период; 4) удельный сброс оросительной воды за расчетный период. Базовые значения выше указанных показателей целесообразно определять в условиях оперативного планирования поливов. Фактическое значение показателей определяется расчетами по данным хозяйств и управлений оросительных систем. Относительные показатели определяются по методике, изложенной выше. Затем они приводятся к одной шкале и вычисляется комплексный показатель качества водопользования на ОС. Коэффициенты весомости показателей принимаются равными или определяются экспертным методом. Оценка качества водопользования выполняется оперативно в течение всего оросительного периода с целью корректировки водопользования. Итоговая оценка позволяет выявить передовиков и отстающих в водопользовании на ОС и наметить мероприятия по его совершенствованию.

Качество водоотведения уже частично оценивалось при оценке пропускной способности дрен, коллекторов, сбросных каналов. Поэтому в этом разделе учитываются единичные показатели мелиоративного состояния орошаемых земель, которые наиболее полно характеризуют этот процесс: 1) уровень грунтовых вод; 2) отсутствие заболачивания; 3) степень засоления верхнего (1,5...2,0м) слоя почво-грунтов; 4) мине-

рализация грунтовых вод. При необходимости номенклатура этих показателей корректируется. Базовые значения единичных показателей водоотведения принимаются из нормативно-технической документации. Фактические значения показателей определяются натуральными исследованиями, а относительные – расчетными. Затем они приводятся к общей и выводится индекс качества водоотведения. Качество технологического определяется по формулам приведенным выше. Коэффициенты весомости определяются экспертным методом.

Корнем иерархического дерева свойства качества оросительной системы является обобщенный показатель качества. Он расположен на нулевом уровне иерархии (рис.). С помощью обобщенного показателя изучают влияние отдельных свойств качества на работу всей системы, так как при улучшении одних единичных или групповых показателей качества другие могут ухудшаться. По этому обобщенный показатель применяется для репений следующих задач: обоснование целесообразности ремонта, реконструкция или модернизация ОС: выбор наилучшего варианта эксплуатации, ремонта, реконструкции или модернизации ОС; обоснование требований, закладываемых в стандарты и другую техническую документацию; обоснование правил эксплуатации в различных условиях; определение начального технического качества ОС; определение качества проектирования, строительства и эксплуатации ОС.

Нижняя граница целесообразного значения обобщенного показателя устанавливается с учетом технических и экономических возможностей эксплуатации ОС на основе методов оптимизации ее параметров. Обобщенный показатель качества ОС определяется по формуле:

$$V_{i,c} = V_n \cdot V_m$$

где: V_n - индекс технического качества ОС, V_m - индекс качества технологического процесса на ОС, a_1 и a_2 - коэффициенты весомости показателей (определяются экспертным методом). Для предварительных расчетов можно принять $a_1 = a_2 = 0,5$.

В настоящей статье впервые сделана попытка обоснования методики по оценке состояния оросительных систем на основе системного анализа и методов квалиметрии. Своевременная оценка состояния ОС улучшает ее эксплуатацию и будет способствовать повышению продуктивности орошаемых земель.

Литература

1. ГОСТ 22851-77. Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения.
2. ГОСТ 22732-77. Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения.

3. ГОСТ 24294-80. Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции.
4. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. РД 50-149-79. Изд-во стандартов 1979, 24 с.
5. Методика определения и применения интегральных показателей качества промышленной продукции. -М.: Изд-во стандартов, 1983, 31 с.
6. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. -М.: Изд-во стандартов, 1974, 64 с.
7. Технические указания по эксплуатации межхозяйственных оросительных каналов и сооружений. НТД-33.02. АД 23.01.83. -Ки-ев, 1983, 51 с.
8. Карташова Т.М., Штаркман А.П. Обобщенный критерий оптимизации-функции желательности. "Кибернетический сборник" № 8, 1970, 120 с.
9. Борисенко В.Г. Квалиметрический анализ геодезического производства. -М.: Недра, 1978, 224 с.
10. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров // -М.: Экономика, 1982, 121 с.
11. Лаплес Г.А., Омельяненко С.И., Остроушко В.Н. Количественная оценка уровня технического совершенства оросительных систем // В сборнике "основные направления технического прогресса в области механизации и техники полива". -М.: ВНИИГиМ, 1983, 180 с.

Тарязский государственный университет им.М.Х.Дулати

СУАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

А/ш.ғыл.наук	С.И.Исабай
Техн.ғыл.наук	Е.О.Омаров
Техн.ғыл.наук	М.Н.Сенников
А/ш.ғыл.наук	Г.Е.Омарова

Суғару жүйесі элементтері көрсеткіштерінің сапасы, өзгеруінің тасымалдау процесімен бірге жүреді. Осы мәселені шешу барысында сапа деңгейінің методикасы мен бағалау жолдары келтіріледі. Бірінші рет суғару жүйесін бағалау жолдары мен методикасын негіздеу келтірілген. Жүйелі талдау квалиметрия әдісі негізінде жасалынған.

УДК. 556.555.8(574)

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА**

Докт.техн.наук	Ж.С. Мустафаев
Канд.техн.наук	С.Умырзаков
Канд.техн.наук	А.Сагаев
Канд.техн.наук	А.Т.Козыкеева
	Н.Х.Ахметов
	К.Ж.Мустафаев

В данной работе приведены методологические основы формирования экологически устойчивого агроландшафта в системе природопользования и природообустройства, обеспечивающие сбалансированное использование природных ресурсов.

Экологическая устойчивость агроландшафта означает динамическое равновесие течения природных процессов и искусственно измененных условий, путем создания природно-технических комплексов, через которые человек воздействует на природу. Экологические особенности агроландшафта определяются возможными проявлениями многочисленных явлений, вызванных воздействием антропогенных факторов. В результате, при искусственном изменении природных условий на мелиорируемой и прилегающей к ней территории и акватории, резко меняются объемы и скорости процессов энерго- и массообмена. Именно поэтому в бассейнах рек, где проходят широкомасштабные мелиорации сельскохозяйственных земель, наблюдается подтопление орошаемых и прилегающих земель, их вторичное засоление, деградация почв, загрязнение подземных и поверхностных вод и многие другие негативные процессы.

И так, интерес к проблеме возможного экологического кризиса в глобальном, региональном и локальном масштабах не является случайным и свидетельствует о неправильном, в каких-то звеньях, антропогенном вмешательстве в природные процессы и явления. В связи с этим, неизбежно возникают ряд вопросов: что считать правильным преобразованием природной системы, готова ли наука о Земле прогнозировать последствия антропогенного воздействия на окружающую

среду, какие факторы могут ограничивать масштабы преобразования. Так как наука о преобразовании природы – это, в первую очередь, познание природы неизвестных или неизученных явлений, практические последствия которых могут проявиться неожиданным образом.

Для их предотвращения в системе природопользования и природообустройства мелиорации сельскохозяйственных земель необходима система мер, обоснование которых требует учета закономерностей природных процессов, их зональных и ритмических особенностей, а также определения допустимых отклонений параметров этих процессов от динамически равновесного состояния на всех уровнях ландшафтной иерархии, то есть критерии устойчивости природных систем. Этот критерий не только должен учитывать в отдельности изменения гидрохимического режима поверхностных и подземных вод, степень или интенсивность засоления почв, снижение качества сельскохозяйственной продукции и истощение ресурсов водного источника, но и в целом отражать результаты антропогенной деятельности природной системы. В связи с этим, выбор критерия устойчивости экосистемы в условиях антропогенной деятельности может быть реализован на основе знаний энергетических законов природных систем и функционировании природных процессов.

Поэтому, в современной концепции рационального природопользования цели мелиорации должны определяться не только потребностью сельскохозяйственного производства в повышении его устойчивости и защищенности от воздействия неблагоприятных природных факторов, но и необходимостью сохранения динамического равновесия ландшафта в условиях интенсивной антропогенной деятельности человека.

Таким образом, экологическую устойчивость природных систем необходимо рассматривать как динамическое равновесие течения природных процессов, установившееся за длительный период геологического развития. При этом, природно-техническую систему (аглоландшафт) можно считать устойчивой в природопользовании и природообустройстве с целью мелиорации сельскохозяйственных земель, формирование и функционирование которых возможно только в результате комплексного использования природных ресурсов, до тех пор, пока ее изменения не вызовут необратимые нарушения структуры строения и присущие ей циклические (ритмические) движения потоков веществ в большом и малом круговоротах.

Закономерность функционирования живых организмов и интенсивность их адаптации в новых деятельностно-природных системах (ДПО) показывают, что благоприятная устойчивость экосистемы может существовать при отклонении не более 10-20 % от естественного ритмического динамического равновесия природных систем [1]. И не только учет, но и разработка, на основе этих прогнозов, концепции экологизации природно-технических систем представляется не только довольно совершенным механизмом в охране окружающей среды, но и будет

содействовать решению всего комплекса проблем в системе природопользования.

Основные компоненты, обеспечивающие экологическое равновесие природной системы, - это вода, почва, растения, животные и воздух. Компоненты природной системы влияют на его устойчивость не в одинаковой степени. Для оценки этого влияния необходимо знать не только их внутренние свойства, но и качественное состояние. При их совместном действии в природной системе, они могут улучшать многие показатели функционирования ландшафта, регулировать биологические, физико-химические, гидрологические, атмосферные процессы, поглощать и разлагать вредные для него вещества, способствовать накоплению полезных элементов и активно участвовать в обеспечении устойчивости природных компонентов в пределах определенного географического региона. Так как, в зависимости от интенсивности энерго- и масса обмена, которые зависят от структуры и функционирования биогидрохимической системы планеты Земля, эволюционно развивающиеся процессы определенными соотношениями количественного и качественного состава компонентов, формируют ландшафтно-географические зоны. Функционирование отдельных структур и всей системы планеты Земля определяется большим геологическим и малым биологическим круговоротом воды и химических веществ в системе «атмосфера - поверхностные воды - растения - почва - подземные воды».

Почва, находясь в контакте трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, является средой наиболее активных процессов, а водная среда - источником наиболее оперативной информации /4/. При этом уровень взаимодействия и взаимосвязи компонентов природной системы «почва - растения - животные - воздух» определяется интенсивностью поступления тепла и влаги.

Решение частных экологических проблем, например, разрушение устойчивости ландшафта в результате исчезновения отдельных компонентов природной системы, или отдельных видов животного и растительного мира, деградация почв и загрязнение атмосферного воздуха в масштабах небольшого региона, не вызовет больших необратимых процессов и их интенсивность при сохранении динамического равновесия состояния водных ресурсов природной среды, может находиться в пределах его циклического уровня отклонения. Если, в связи с широким развитием использования водных ресурсов не только происходит истощение ресурсов водных источников и ухудшается их качество, то интенсивность необратимых процессов в природных системах в несколько раз увеличивается, а их количественная характеристика во многом зависит от значимости этих компонентов природной системы для их надежного функционирования. С увеличением числа компонентов природной среды подвергавшихся качественному и количественному изменению в результате антропогенной деятельности, скорость

прохождения необратимых процессов в природных системах увеличивается пропорционально их числу, поэтому возникает необходимость в разработке методологических принципов оценки устойчивости природно-технических систем на основе законов Природы.

В связи с этим неизбежно возникает ряд вопросов: значимость отдельных компонентов природной системы в обеспечении их экологической устойчивости и значения ее саморегулируемости в условиях антропогенной деятельности человека. В.И. Вернадский считал, что самой могучей геологической силой земной поверхности являются живые организмы [2]. Почвы обладают наивысшей геохимической энергией живого вещества. Все эволюционные процессы, в том числе в системе «вода - порода - соли», возможны только с участием живого вещества биосферы. Однако взаимодействие их происходит благодаря геологическому круговороту воды в природной системе. По этому уровню значимости воды в сравнении с почвой, для жизнедеятельности в системе «почва - растения - животные», при оценке экологической устойчивости в сравнении с другими компонентами природной системы очень высок.

Современный этап взаимодействия общества и природы диктует необходимость внедрения новых экологических критериев инженерно-технической и производительной оценки деятельности человечества в системе природопользования и природообустройства. При таком тезисе, человеческую деятельность в системе природопользования следует полностью подчинить закону экологии Б. Коммонера «природа знает лучше», поскольку любое антропогенное нарушение динамического равновесия в природных системах не исключает возможности глобального экологического кризиса. По этому возникает необходимость в методологическом обосновании выбора и критериев экологической устойчивости природных систем в условиях антропогенной деятельности.

В этом случае коэффициент использования водных ресурсов выражается соотношением:

$$КИВР = \frac{Q_1}{Q_0}$$

а коэффициент загрязненности водных ресурсов:

$$КЗВР = \frac{C_a}{C_e}$$

где: Q_1 - объем использованных водных ресурсов на хозяйственные нужды, км³; Q_0 - объем располагаемых средне многолетних стоков реки, км³; C_a - минерализация речных вод в естественных

условиях, г/л; C_a - минерализация речных вод в условиях антропогенной деятельности, г/л.

Коэффициент использования земельных ресурсов определяется соотношением:

$$КИЗР = \frac{F_1}{F}$$

а коэффициент ухудшения мелiorативного состояния сельскохозяйственных земель оценивается по формуле:

$$КМСЗ = \frac{F_1 + F_2}{F_1}$$

где: F - располагаемая площадь сельскохозяйственных земель, га; F_1 - площадь орошаемых и богарных земель, га; F_2 - площадь засоленных и заболоченных земель, га.

Любое антропогенное преобразование начинается с изменения природной экосистемы, но степень преобразования разная: в одном случае происходит замена ее окультуренным или культурным агроландшафтом, без разрушения системно-организационных связей, то есть замена луга или пашни сельскохозяйственными культурами; в другом наблюдается полное разрушение природной экосистемы, ее организующих связей, с образованиями процесса опустынивания. Так как широкий набор дикорастущих трав значительно меньше реагирует на изменения природных условий, чем сообщество, состоящее из малого числа видов. Используя в качестве коэффициента видовое разнообразие сообществ, можно оценить относительное изменение растительных сообществ в зависимости от числа видов растений:

$$КВРС = \frac{N_1}{N} \quad \text{и} \quad КВРК = \frac{N_2}{N}$$

где: N - общая численность растительных сообществ природных систем; N_1 - численность растительных сообществ природных систем в условиях антропогенной деятельности; N_2 - численность растительного сообщества в агроэколандшафтах.

Освоение под пашни и сенокосы безлесных территорий заметно сказалось не только на флоре, но и на фауне. Распаханность земель в безлесных районах в XVIII-XIX веках не была сплошной, что более характерно для XX века. Это привело к расчленению биотопов, созданию неприемлемых для крупных млекопитающих экологических условий, что повлекло за собой исчезновение многих видов животных и частичную миграцию их в другие районы. Процесс антропогенного из-

менения биотопов природных систем оценивается с помощью коэффициента видового разнообразия животных мир:

$$KРЖМ = \frac{M_1}{M} \quad \text{и} \quad KРЖМА = \frac{M_2}{M}$$

где: M - численность видов животных в сообществе; M_1 - численность видов животных в природных системах; M_2 - численность видов животных в природных системах после природообустройства.

Соотношение загрязняющих атмосферу выбросов, поступающих от антропогенных и природных источников, изменяется по видам загрязнений. Для оценки уровня загрязнения атмосферы можно использовать коэффициент загрязнения атмосферного воздуха:

$$KЗAB = \frac{F_{\text{т}}}{F} \quad \text{и} \quad KЗABД = \frac{F_{\text{д}}}{F}$$

где: F - площадь территории региона, га; $F_{\text{т}}$ - площадь загрязнения территории химическими веществами, га; $F_{\text{д}}$ - площадь зараженными дефолиантами, га.

Оценку степени экологической устойчивости агроэколандшафта можно проводить различными способами /5, 6/. Здесь рассматривается метод определения коэффициента экологической устойчивости (КЭУАЭЛ) с использованием качественных и количественных показателей компонентов природной системы. При этом принцип оценки экологической устойчивости агроэколандшафта, основан на сопоставлении площадей, объемов и видов компонентов ландшафта с учетом положительного и отрицательного воздействия их на природную среду.

В этом случае коэффициент экологической устойчивости природной системы выражается по следующей формуле:

$$KЭУАЭС = K_0 \ln(K_1 KИВР + K_2 KЗВР) + K_3 \ln(K_4 KИЗР + K_5 KМСЗ) + \\ + K_6 \ln(K_7 KВРС + K_8 KВРК) + K_9 \ln(K_{10} KРЖМ + K_{11} KРЖМА) + \\ + K_{12} \ln(K_{13} KЗAB + K_{14} KЗABД),$$

где: $K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}$ - коэффициенты значимости компонентов природной среды, то есть соответственно водных и земельных ресурсов, растительного и животного мира, атмосферного воздуха; K_0 - коэффициент использования природных ресурсов; K_0 - коэффициент воздействия природной системы.

На основе исследований и обобщений фондовых материалов, характеризующих социальные, природные, водохозяйственные, экономические и экологические условия в разрезе агроклиматических зон Казахстана /5/ и бассейна реки Сырдарья /6/ за период 1915-1995 годы, установлены значимости компонентов природной системы (таблица).

Коэффициенты значимости и использования компонентов природных систем в условиях антропогенной деятельности

№ п/п	Компоненты природной системы	Коэффициент значимости компонентов природных систем	Коэффициент использования природных ресурсов	Коэффициент воздействия природной системы
1.	Водные ресурсы: - по уровню их использования - по уровню их загрязненности	0,50	0,30	0,70
2.	Земельные ресурсы: - по уровню их использования; - по уровню засоления почвы	0,30	0,20	0,80
3.	Растительный мир: - число видов растений в сообществе; - число видов растений в севообороте	0,10	0,40	0,60
4.	Животный мир: - число видов животных в сообществе; - число видов животных после природообустройства	0,10	0,40	0,60
5.	Воздушный среды: - площадь зараженные химическими веществами; - площадь зараженными дефолиантами	0,10	0,30	0,70

Минимальное значение коэффициента экологической устойчивости природной системы $KЭУАЭС = 0$ соответствует сохранности или устойчивости экологических систем в первоначальном природном состоянии, а при $KЭУАЭС = 1$ экологической деградации экологических систем.

Таким образом, разработанные методологические принципы оценки устойчивости экологических систем при антропогенной деятельности человека позволяют в системе природопользования и природообустройства обеспечить экологическую безопасность, снизить ре-

сурсоемкость производства и повысить его экологическую устойчивость.

Литература

1. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель, Санкт-Петербург, Гидрометеониздат, 1995, 358 с.
2. Вернадский В.И. Химическое строение Земли и ее окружения, М. Наука, 1987, 338 с.
3. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление, М. Наука, 1991, 271 с.
4. Теплицын В.Л. Концептуальная модель мелиорируемых земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995, №4 –с.21-23.
5. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане, Алматы, 1997, 358 с.
6. Козыкеева А.Т. Пути улучшения почвенно-мелиоративной и экологической обстановки в низовьях реки Сырдарья //Автореферат канд.т.н., Тараз, 1998, 24 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати
Кызылординский государственный университет им.Коркыт-Ата

АГРОЛАНДШАФТЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚҰРАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ

Техн.ғыл.докт.	Ж.С.Мұстафаев
Техн.ғыл.канд.	С.Өмірзақов
Техн.ғыл.канд.	Ә.Сағаев
Техн.ғыл.канд.	Ә.Т.Қозыкеева
	Н.Х.Ахметов
	Қ.Ж.Мұстафаев

Бұл жұмыста табиғи қорды пайдалану және табиғатты қайта үлестіру кезіндегі агроландшафтың экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етудің әдістемелік нұсқасы берілген.

УДК 574(574.52)

**РЕКОМЕНДУЕМЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ**

Канд. техн. наук М.С. Дуамбеков

В работе приводится литературный обзор существующих экологических критериев качества окружающей среды и свой вариант определения экологической опасности по видам промышленности в регионе.

Одной из наиболее популярных тем различных географических, экономических и т.д. работ является тема загрязнения природной среды. Под загрязнением среды обычно понимается поступление в окружающую среду продуктов техногенеза, оказывающих вредное воздействие на организмы растительного и животного происхождения, на человека, на технические сооружения. В настоящее время открытием остается вопрос о выборе критерия (критериев) качества окружающей среды.

Наиболее распространенный способ оценки качества окружающей среды – нормированное содержание загрязняющих веществ в воздухе, воде, почвах и соотношение фактического состояния среды с системной предельно допустимых концентраций (ПДК) [1-2].

К настоящему времени имеются отдельные подходы к разработке интегрального показателя количественной оценки степени загрязнения и опасности загрязняющих веществ.

Заслуживает внимание показатель, применяемый в работе [3]:

$$X = \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где: X – показатель загрязнения; C_i – концентрации i -го вещества; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация данного i -го вещества в среде.

Влияние ухудшения уровня загрязнения окружающей среды на социальные условия жизни населения на основе подсчета ущербов теоретически оценить еще возможно. Однако, достоверно определить

очень трудно. Поэтому предлагается ввести показатель – фактический уровень социальных условий жизни населения в зоне загрязненного региона:

$$\Phi_{с.у.1} = \frac{З_{с.у.}^к}{З_{с.у.}^ф}, \quad (2)$$

где: $\Phi_{с.у.1}$ – фактический уровень социальных условий жизни населения; $З_{с.у.}^к$ – суммарные затраты (из госбюджета) на социальные условия жизни населения контрольным (благополучным) регионе, (тенге). Может приниматься среднее государственное значение или же среднемировые размеры. $З_{с.у.}^ф$ – фактические затраты государства на развитие социальных сфер жизни населения в загрязненном регионе, (тенге).

Ухудшение здоровья населения в основном оценивается путем подсчета ущербов от загрязнения среды /3/.

Оценка ухудшения экономических показателей в основном производится на основе подсчета ущербов, наносимых отдельным отраслям экономики от загрязнения окружающей среды /2,3,4/. Не останавливаясь на приемах подсчета ущербов отраслям экономики, непосредственно перейдем на вопросы оценки уровня ухудшения экономических показателей загрязненного региона:

$$\Phi_{э.б.} = \chi \cdot \frac{Д^к}{Д^ф}, \quad (3)$$

где: $\Phi_{э.б.}$ – фактический уровень экономической благополучности региона; национальный доход на одного работающего в контрольном районе (благополучном районе), тенге. Может приниматься среднего государственной или же среднемировые размеры дохода; $Д^ф$ – фактический национальный доход на одного работающего в загрязненном районе, тенге; χ – весовой коэффициент, учитывающий народнохозяйственное значение отраслей экономики развиваемых в данном регионе. Размеры весовых коэффициентов принимается в пределах 2...10.

Заурбеков А. К. предложил достоверное определение размеры фактического уровня экономической благополучности региона можно устанавливать при помощи счета ущербов каждой отрасли экономики /6/. К примеру, до такой зависимости:

$$\Phi_{э.б.} = \sum_{j=1}^j \frac{y_j^ф}{y_j^к}, \quad (4)$$

где: Y_j^{ϕ} - фактический экономический ущерб j -ой отрасли экономики в результате загрязнения окружающей среды, тенге; Y_j^k - фактический экономический ущерб j -ой отрасли экономики в контрольном (благополучном) районе тенге.

Оценку ухудшения социально-экономических условий региона можно определить как:

$$\Phi_{\text{сэз}} = \Phi_2 + \Phi_{\text{с.р.}} + \Phi_{\text{э.у.}} = \Phi_2 + \Phi_{\text{с.р.}} + \Phi_1 + \Phi_{\text{э.у.}}, \quad (5)$$

где: $\Phi_{\text{сэз}}$ - фактический уровень социально-эколого-экономической благополучности региона; Φ_2 - фактический уровень экологической благополучности региона; $\Phi_{\text{с.р.}}$, $\Phi_{\text{э.у.}}$ - соответственно фактические уровни социальных и экономических условий региона.

М.А. Глазовская считает, что основным критерием качества природной среды должно быть состояние и функционирование живых организмов, присущих данной системе /5/.

Понятие «технофильности» и «биофильности» элементов были введены в науку А.И. Перельманом /7/.

Для характеристики локального загрязнения природной среды Н.Ф.Глазовский предложил использовать такой коэффициент, как модуль техногенного геохимического давления, при расчете которого учитывается количество вещества, мобилизованное в техногенные геохимические потоки из иммобильного состояния (M) и результирующая ввоза-вывоза этого вещества для данного района (Δ):

$$D_M = \frac{TД}{S}, \quad (6)$$

где: $TД$ - техногенное геохимическое давление, S - площадь изучаемого района, а $TД = M \div \Delta$.

А.В.Дончева и Л.А.Семенова /8/ предложили в качестве показателя загрязненности какой-либо территории использовать индекс техногенной нагрузки, который рассчитывается на основе индекса экологической опасности различных отраслей промышленности и объемов валовой продукции каждой представленной в регионе отрасли (показатель валовой продукции используется из-за отсутствия сведений о нормативно чистой продукции).

Для расчета индекса экологической опасности отрасли промышленности используется следующая формула:

$$И_{\text{э.о.}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\text{т.и.}} \cdot K_{\text{т.п.}} \left(\frac{B_i}{b_j} \cdot \frac{A_i}{B} \right)}{n}, \quad (7)$$

где: I_{ij} - индекс экологичности i -й отрасли; a_j - абсолютные показатели воздействия j -й отрасли (i - землеемкость, в тыс. га; водопотребление, в млн. м³, выброс загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т/год; сброс сточных вод, млн. м³/год); b_j - объем валовой продукции j -й отрасли, млн. руб.; A_i - показатели землеемкости, водопотребления, выбросов загрязняющих веществ для промышленности в целом; B - валовая продукция промышленности в целом; K_{T_1} и K_{T_2} - коэффициенты токсичности выбросов j -й отрасли в атмосферу и водоемы, соответственно; n - число абсолютных показателей воздействия отрасли (в данном случае $n=4$).

Таким образом, мы познакомились лишь с некоторыми подходами к определению качества среды. В дальнейшем развитие нормативных теорий описания окружающей среды должно быть связано с постепенным переходом от нормирования физической среды к нормированию состояния биоты.

Альтернатива. Определение критерия индекса экологической опасности можно произвести по такой зависимости:

$$\mathcal{E}_t(i) = 100 \cdot \left[(T_1(i) + T_2(i)) \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_j(i)}{Y_t} \cdot \frac{A_j}{Y_t(i)} \right)}{n} \right], \quad (8)$$

где: $\mathcal{E}_t(i)$ - индекс экологической опасности i -ой деятельности в году t ; $T_1(i)$ - токсичность выбросов в атмосферу продуктов деятельности i -го вида; $T_2(i)$ - токсичность сточных вод i -го вида деятельности; j - тип воздействия на окружающую среду; n - число типов воздействий; $a_j(i)$ - абсолютный показатель воздействия i -го вида деятельности; A_j - абсолютный показатель воздействия j -го типа для промышленности в целом; Y_t - валовый выпуск промышленной продукции в году t ; $Y_t(i)$ - валовый выпуск продукции i -ой деятельности в году t .

Предложенная формула отличается от методики Дончевой А.В. и Семеновой Л.А. тем, что вводится коэффициент 100, берется сумма токсичности и принято отношение объема валовой продукции j -той отрасли к валовой продукции промышленности в целом.

Анализ результатов данных расчетов показывает, что наиболее реальную картину экологической обстановки можно получить по предложенной методике. Так, на примере добычи фосфатов, экологическая

опасность понижается пропорционально добычи фосфатов. Это показывает, что валовое производство в целом по промышленности растет и экологическая опасность в отрасли зависит от валового производства в отрасли, что мы и получаем в своих расчетах, с помощью предложенной методики.

Литература

1. Базилевич Н.И. Некоторые критерии оценки структуры и функционирования природных зональных геосистем // Почвоведение.-1983.- №2.-С.27-41.
2. Пособие по составлению раздела проекта /рабочего проекта/ «Охрана окружающей среды» /к СнИП 02.01.85/. – М.: ЦНИИ проект, 1988. – 187с.
3. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 191с.
4. Временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. –М.: 1983. – 124 с.
5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. - М.: Высшая школа, 1988.-326с.
6. Заурбеков А.К. Научные основы рационального использования и охраны водных ресурсов бассейна реки. Автореф.дисс.докт.техн. наук. Специальность 11.00.11. -Тараз. 1998.- 49с.
7. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М.: Недра, 1972.-288с.
8. Дончева А.В., Семенова Л.А. Методические вопросы оценки интенсивности техногенных воздействий на природную среду // Глобальные проблемы современности: региональные аспекты: Сборник трудов. - М.: ВНИИСИ, 1988.-С.158-163.-Вып.5.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПТІ АНЫҚТАЙТЫН ТӘСІЛ ҰСЫНЫЛАДЫ

Техн.ғыл.канд. М.С.Дуамбеков

Бұл жұмыста осы күнгі қоршаған ортаның экологиялық қауіпін анықтайтын тәсілдердің әдеби шолуы және автордың әртүрлі өндірістік, аймақтың экологиялық қауіпін анықтайтын методикасы ұсынылып отыр.

УДК 677.31:677.021:577.4

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ
КОЛИЧЕСТВА И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ШЕРСТЯНОГО
ЖИРА, ИЗВЛЕКАЕМОГО ИЗ СТОЧНЫХ ВОД**

Канд. хим. наук

Докт. с/х. наук

Канд. техн. наук

И.Г. Цой

К.Д. Абубакирова

Н.П. Баранская

О.К. Кожагулов

Разработана и апробирована принципиально новая технологическая схема промывки шерсти, сочетающая в себе рациональное использование сырья с минимальным количеством отходов. Предлагаемая технология позволит повысить качество мытой шерсти, дифференцированно удалять минеральные и жировые загрязнения, тем самым увеличить количество и качество шерстного жира, извлекаемого из сточных вод.

Повышение эффективности мер по охране окружающей среды должно быть, прежде всего, связано с уменьшением вредных выбросов производства. Идеальная технологическая схема должна сочетать рациональное использование сырья с минимальным количеством отходов.

Технологический процесс первичной обработки шерсти относится к процессам с высоким потреблением воды, что соответственно ведет к образованию больших объемов сточных вод. Шерстомойные сточные воды содержат высокие концентрации минеральных загрязнений, белковые, жировые вещества, минеральные и органические соли, поверхностно-активные вещества и прочее. Одним из наиболее вредных загрязнений сточных вод является шерстный жир. В то же время шерстный жир - это ценнейшее сырье для производства ланолина. Его утилизация из сточных вод приводит к улучшению не только экологических показателей производства, но и прямой экономической выгоде за счет продажи заинтересованному потребителю.

сепарирования. Эффективность данного метода в значительной степени зависит от состава сепарируемого раствора и от содержания в нем жировых компонентов, в частности. Высокая концентрация жира и низкое содержание минеральных примесей и поверхностно-активных веществ способствует более полному улавливанию шерстного жира.

Сырье южных регионов Казахстана характеризуется высоким содержанием минеральных загрязнений и малой жиропотностью (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание посторонних примесей в тонкой невытой шерсти
(% от массы)**

Регион производства	Содержание посторонних примесей			
	минеральные	жир	соли пота	растит. сор
Австралия	5,17	20,10	5,94	-
Казахстан:				
Жамбылская область	18,35	10,26	8,26	4,35
Южно-Казахстанская область	18,55	10,16	10,10	4,83
Алма-атинская область	18,82	8,77	8,57	3,35

Типовой технологический режим не обеспечивает должного уровня качества мытой шерсти, поэтому в производственной практике наблюдается вынужденный перерасход воды, моющих средств, энергии против заложенных в технологическом регламенте норм. Повышенное потребление воды и ПАВ вызвано быстрым перенасыщением моющего раствора загрязнениями, в результате чего происходит их повторное осаждение на поверхности волокна. Для смещения равновесия в сторону десорбции загрязнений с шерсти приходится постоянно снижать концентрацию загрязнений путем разбавления моющего раствора чистой водой, периодически добавляя новые порции моющих средств для поддержания их концентрации на необходимом уровне. Все это ведет к увеличению объемов сточных вод и к снижению содержания жировых компонентов в растворе, приводящем к ухудшению условий сепарирования.

По таблице 2 можно проследить как изменяются свойства, извлекаемого из сточных вод продукта, начиная с сырья - невытой шерсти и, кончая готовым к отгрузке техническим шерстным жиром. Судя по вы-

Таблица 2

**Изменение физико-химических свойств
шерстного жира по технологическим переходам**

№ п/п	Место отбора пробы	Свойства шерстного жира			
		Интенсивность окраски	Тпл., °С	n_D^{40}	кислотное число
1	2	3	4	5	6
Австралийская мериносовая шерсть					
1.	Немытая шерсть	0,175	38,2	1,495	22,55
2.	Моечная машина:				
	1 барка	0,186	37,9	1,490	13,30
	2 барка	0,088	38,3	1,493	7,20
	3 барка	0,075	-	1,494	3,52
3.	Яма-накопитель	0,235	38,7	1,496	5,58
4.	Флотационный бак	0,240	37,4	1,495	6,56
5.	Готовый технический шерстный жир	0,185	-	1,495	2,0
Шерсть ЮКМ					
1.	Немытая шерсть	0,375	35,9	1,496	20,33
2.	Моечная машина:				
	1 барка	0,368	34,3	1,494	17,06
	2 барка	0,360	35,8	1,496	8,37
	3 барка	-	-	-	-
3.	Яма-накопитель	0,380	38,7	1,498	11,56
4.	Флотационный бак	0,395	37,3	1,499	-
5.	Готовый технический шерстный жир	0,410	36,4	1,490	4,2

соким значениям кислотного и йодного числа можно охарактеризовать шерстный жир, извлекаемый из шерсти зоны юга Казахстана как химически неустойчивый. Установлено, что шерстный жир в процессе промывки и, в особенности извлечения его из сточных вод подвергается длительному химическому и температурному воздействию. Так, промывка шерсти по действующей технологии ведется в растворах химически активных веществ: карбоната натрия, поверхностно-активных

вещества, кроме того в раствор переходят соли пота и все загрязнения шерсти.

На границе раздела жир-вода в присутствии компонентов пота и моющей ванны имеющих щелочную реакцию, усиливается процесс гидролиза жира. Вследствие этого омыления эмульгированная часть шерстного жира при сепарации не улавливается и попадает в сточные воды. Об этом свидетельствуют результаты анализа сточных вод до и после сепарации (таблица 3). Наблюдаемые колебания в содержании жира при равноточных измерениях объясняются неоднородностью поставляемой шерсти как по качеству, так и по количеству жира. Большое вымывание жира в первой моечной барке - явление нежелательное, так как при этом одновременно удаляется значительное количество минеральных примесей и солей пота. В результате затрудняется и замедляется отстаивание и разделение суспензии и утилизируется только 45-50% исходного количества шерстного жира. Результаты анализа промышленных сточных вод на фабрике свидетельствуют о превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) в 5,3 раза по жиру.

Таблица 3

Состав сточных вод до и после сепарации

Место отбора пробы	рН среды	Содержание жира, г/л							Содержание мин. в-в, г/л
		1	2	3	4	5	6	Ср.	
1-ая барка	9,4	2,2	2,7	3,2	3,4	2,8	2,8	3,0	65
2-ая барка	9,0	2,5	2,0	2,3	2,1	2,4	2,0	2,3	31,2
3-ая барка	9,2	1,0	0,8	1,4	1,2	1,2	1,1	1,2	22,1
4-ая барка	9,2	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	12,2
До сепарации	9,2	4,7	3,7	5,3	5,4	5,2	4,8	5,2	25
После сепарации	9,0	1,2	1,6	2,1	1,9	1,7	1,8	1,7	15,2

При взаимодействии высоких температур (а по технологическому режиму есть участки, на которых температура достигает 100 °С) химические превращения шерстного жира активизируются. Причем, наиболее интенсивно образование окрашенных веществ в шерстном жире происходит при нагревании гетерогенной системы жир-вода в присутствии компонентов пота на поверхности раздела.

В реальных, промышленных условиях добычи шерстного жира наиболее интенсивное и длительное нагревание производится на стадии разогрева пенного концентрата перед подачей на сепарацию. При

этом выполняются оба условия: и высокая температура нагрева (95 - 100 °С) и контакт с солями пота. Длительному интенсивному нагреванию шерстный жир подвергается при разливе продукции в тару. В связи с несовершенством существующей технологии, разогрев жира используется не только для снижения вязкости жировой массы, но и для доведения продукта до кондиционной влажности. При этом из-за высокой вязкости среды естественное конвективное перемешивание массы затруднено и возникает опасность местного перегрева, когда температура повышается до 120-130 °С и даже выше. Это приводит к осмолению компонентов шерстного жира, находящегося в непосредственном контакте с поверхностью теплообменника, а следовательно, и к общему потемнению продукта.

Для решения этой проблемы нами разработана схема промывки шерсти методом противотока с промежуточным полосканием (рис.1). В таблице 4. Приведены характеристики шерсти, промытой по типовому режиму со сквозным противотоком и по предложенной схеме.

Таблица 4

**Характеристики качества шерсти,
промытой по схеме со сквозным противотоком
и по схеме противотока с промежуточной полоскающей ванной**

Наименование шерсти	Противоток с промежуточной полоскающей ванной			Сквозной противоток		
	жир, %	пыль, %	щелочь, %	жир, %	пыль, %	щелочь, %
Тонкая помесная Гребенная сорная Сетло-серая	0,63	2,55	0,18	0,92	2,46	0,14
Тонкая помесная Гребенная репейная светло-серая	0,71	2,51	0,14	0,83	2,45	0,09
Меринос 2 длина нормальная	0,84	1,84	0,17	1,10	3,01	0,10
Кроссбред 1 длина репейная	0,61	2,40	0,11	-	-	-
Меринос 2 длина сорная	-	-	-	0,83	2,32	0,09
Меринос 1 длина сорная	0,78	1,78	0,19	-	-	-

Все показатели шерсти, промытой по разработанной схеме укладываются в нормативные требования к данному виду шерсти. Во всех случаях показатель остаточного содержания жира ниже в среднем на 30% соответствующего показателя для шерсти, промытой по типовому режиму. Особый эффект улучшения качества промывки наблюдается для жиропотных видов шерсти (меринос, кроссбред).

Введение промежуточной полоскающей ванны позволяет вдвое снизить расход поверхностно-активных веществ в последней моющей ванне. Таким образом, имеется очевидное улучшение качества промывки при снижении расхода моющих веществ.

Другой важный результат разработки состоит в кардинальном изменении состава отработанного моющего раствора. Схема противотока с промежуточным полосканием позволяет снизить содержание в растворе минеральных примесей за счет смыва значительного их количества в промежуточной полоскающей ванне, сброс отработанных сточных вод с которой производится отдельно. Смыв основной части жировых загрязнений происходит в четвертой моющей ванне, что позволяет поддерживать высокую концентрацию жира в сепарируемом растворе. В таблице 5 приведены данные по количеству загрязнений в моющих растворах на всех этапах промывки (при установившемся динамическом равновесии).

Таблица 5

**Содержание минеральных загрязнений
и жир в моющих растворах (г/л)**

№ ванны	Сквозной противоток		Противоток с промежуточным полосканием	
	минер.загряз.	жир	минер.загряз.	жир
1	2	3	4	5
1	20,6	3,6	24,3	4,8
2	13,2	1,5	14,7	4,6
3 ^x	11,6	0,9	12,3	-
1	2	3	4	5
4	6,0	-	4,9	4,3
5	1,0	-	0,9	-

Примечание: в схеме с промежуточным полосканием 3^x - полоскающая ванна.

Раздельный сброс отработанных прополаскивающих и промывных вод позволяет поддерживать уровень концентрации жира в пределах 4,5 - 4,8 г/л, в то время как при сквозном противотоке этот уровень не превышает 2,8 - 3,6 г/л. При этом степень извлекаемости жира из сточных вод увеличивается на 10 - 15% при уменьшении общего объе-

не превышает 2,8 - 3,6 г/л. При этом степень извлекаемости жира из сточных вод увеличивается на 10 - 15% при уменьшении общего объема вод, подвергаемых сепарированию. Это так же дает экономию электроэнергии и трудозатрат.

Предлагаемые технологии промывки шерсти основанные на использованные смесей ПАВ, а также слабощелочных растворов алкилсульфоната натрия с активными добавками, предполагает утилизацию шерстного жира из второй и третьей барок агрегата. Сточная вода первой барки, не содержащая шерстного жира, но имеющая основное количество минеральных загрязнений сразу идет на фильтрацию. В результате разделения минеральных и жировых примесей, как было установлено, повышается степень извлечения шерстного жира из сточных вод (таблица 6) с 40 до 80 %.

Таблица 6

**Характеристика сточных вод после промывки
по предлагаемому режиму**

Место отбора пробы	рН среды	Содержание жира, г/л						Содержание мин. в-в, г/л
		1	2	3	4	5	ср.	
1-ая барка	8,2	0,3	0,1	0,2	0,3	-	0,18	68
2-ая барка	8,2	3,8	4,0	3,7	3,9	3,8	3,8	15,2
3-я барка	8,0	1,0	0,9	1,2	1,4	1,1	1,1	10,3
4-я барка	7,0	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	6,0
до сепарации	8,0	3,0	4,0	3,8	3,6	4,2	3,6	11,2
после сепарации	8,0	0,3	0,5	0,6	0,3	0,6	0,5	6,4

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. Введение промежуточного полоскания в технологическую схему промывки шерсти с применением противотока обеспечивает улучшение качественных показателей мытой шерсти. Степень извлекаемости жира из сточных вод возрастает на 10 - 15%. Обеспечивается экономия электроэнергии и трудозатрат за счет уменьшения объема сепарируемых вод. Снижается расход моющих средств и соответственно их содержание в сточных водах.

Литература

1. Тимошенко Н.К. Проблемы развития первичной обработки шерсти. М.: 1994, 36 с.
2. Абубакирова К.Д. Современные проблемы промывки шерсти. Алматы: Тауар, 1998, 167 с.
3. Абубакирова К.Д. Проблемы экологии при промывке шерсти. Тезисы докладов и сообщений на международной научно-технической конференции, 29-30 октября 1996, Жамбыл, с.87.
4. Цой И.Г., Абубакирова К.Д., Мадиев У.К. Влияние состава жиропота овечьей шерсти на процесс утилизации его из промывных сточных вод. Хранение и переработка сельхозсырья, 1996, №2, с. 14-15.
5. Рогачев Н.В. Некоторые вопросы ПОШ. М.: Легкая индустрия, 1981. 284с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ЖҮНДІ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРГІ

Хим.ғыл.канд.	И.Т.Цой
А/ш.ғыл.докт.	К.Д.Әбубакирова
	Н.П.Баранская
Техн.ғыл.канд.	О.К.Кожажулов

Аз қалдығы шикі қатты тиімді пайдалануда мүмкіншілік беретін жүн жуатып жаңа технологиясын жасалынған және жария етілген. Жасалынған жаңа технология жуылған жүннің сапасын арттырады, майдың көлемін және сапасын арттырады.

УДК 577.4.:628.19.628.31.(541.1)

**ЭКСТРАКЦИОННЫЕ И СОРБЦИОННЫЕ
СПОСОБЫ РЕКУПЕРАЦИИ
ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД**

Канд. техн. наук А. Сарсенов

Описаны научные основы экстракционных и сорбционных технологий извлечения соединений хрома (VI) из промышленных стоков при переработке хромовых руд, а также способов очистки загрязненных хроматами природных вод. Приводятся данные по химсоставу образующихся соединений, кинетике и механизму протекающих процессов. Разработаны технологические схемы экстракционно-сорбционной рекуперации вод с получением концентрированных растворов хроматов, возвращаемых в технологический цикл и очищенных технических вод. Рассмотрены вопросы экономической эффективности разработанных технологий и их химической безопасности.

В работе использовали сульфат технического метилтриалкиламмония (МТАА). Это новый экстрагент многоцелевого назначения, применяемый в виде 0,06 М раствора в инертном разбавителе (бензоле, толуоле, керосине), а также в его смеси с трибутилфосфатом (ТБФ) и органическими кислотами.

Показано, что из щелочных растворов с $\text{pH} = 8,5$ экстрагируются CrO_4^{2-} анионы с образованием монохромата МТАА, из нейтральных растворов извлекаются $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и HCrO_4^- анионы с последующей полимеризацией HCrO_4^- в органической фазе до полихроматов состава $(R_4N)_2\text{Cr}_n\text{O}_{3n+1}$, где $n=2,3$; из сернокислых растворов - полихроматы состава $(R_4N)_2\text{Cr}_n\text{O}_{3n+1}$, где $n=2-4$; из карбонатных растворов монохромат и полихроматы МТАА при увеличении содержания бикарбонат ионов в системе, т.к. протон минеральной кислоты способствует полимеризации анионов хромовых кислот.

За счет целенаправленной полимеризации Cr (VI) в органической фазе разработан новый эффективный способ экстракционного извлечения Cr (VI) сульфатом МТАА. Экстракцию хрома (VI) из водных сред

сложного солевого состава эффективно проводить раствором сульфата МТАА в инертном органическом растворителе, предварительно обработанном 1,0-10,0 М серной кислотой при соотношении объемов органической и водной фаз 1:1 - 1:10. Расход экстрагента в этом случае уменьшается на 30-50%, а остаточная концентрация хрома в растворе снижается на три порядка. Способ позволяет значительно повысить ёмкость экстрагента и степень извлечения Cr (VI). Новизна способа подтверждена авторским свидетельством № 1318615.

Установлено, что процесс реэкстракции определяется анионообменным замещением оксихромовых анионов и деполимеризацией полихроматов МТАА в присутствии щелочных реагентов. Реэкстракция хрома (VI) увеличивается с ростом концентрации неорганической соли, уменьшением степени гидратации обмениваемого аниона и понижением активности воды в равновесном водном растворе; реэкстракция полихроматов увеличивается с ростом концентрации щелочного агента в водной фазе и степени полимеризации в органической фазе.

Экстракция Cr (VI) из водных растворов сопровождается физической растворимостью и капельным уносом сульфата МТАА в рафинад, для очистки его от экстрагента исследовали сорбцию сульфата МТАА на АУ и катионитов КУ-2 и КУ-3. Сорбцию проводили в динамических условиях при различных скоростях пропускания раствора. Установлено, что катиониты обладают лучшей поглощающей способностью, чем АУ. Динамическая обменная ёмкость (ДОЁ) для КУ-2 равна 0,654мМ/мл до проскока и 1,23мМ/мл до насыщения. Адсорбционная ёмкость АУ до проскока невелика и составляет в мг/мл: 0,308 - для АДБ; 0,003 - АР-3; 0,010 для КАД-иодного, а полные обменные ёмкости до насыщения 0,40; 0,16; 0,14 соответственно.

Учитывая меньшую стоимость АУ по сравнению с КУ-23 и КУ-2, экономически выгоднее проводить предварительную грубую очистку растворов от сульфата МТАА на АУ, а тонкую доочистку на катионитах. Сорбция МТАА на КУ-2 (КУ-23) описывается уравнением модели внутридиффузионной лимитирующей стадии.

Результаты исследований явились основой разработки способа обезвреживания хромосодержащих отходов и подземных вод с последующей утилизацией их в циклах возврата.

Для работы использовались шламы следующего состава в %: CrO₃ общий - 9,8; CrO₃ водорастворимый - 3,4; CrO₃ кислоторастворимый - 1,6; CaO_{акт} - 2,37; CaO_{общ} - 21,4; MgO - 35,7; Fe₂O₃ - 10,2; Al₂O₃ - 2,85; оксид кремния - 4,8.

Выщелачивание Cr (VI) из шлама при соотношении Т:Ж = 1:4, комнатной температуре и интенсивном перемешивании в течение 30 мин различными реагентами привело к получению растворов со следующим содержанием CrO₃ (г/л): 3,5м H₂SO₄ - 4,84; 10% Na₂CO₃ - 4,05; 30% Na₂CO₃ - 4,00; вода - 3,08. После экстракции полученных растворов 0,5 м сульфатом МТАА в толуоле (0:В= 1:10) остаточная концентрация Cr (VI) соответ-

венно составила в г/л: 0.00015; 0.1; 0.9 и 0.00001 за одну ступень экстракции. Затем эти растворы, репульпаты, СВ шламовых прудов АЗХС (16.8 г/л CrO_3) и подземные воды в цехе химводоочистки АТЭЦ РУ "Запказэнерго" (85.5 мг/л Cr(VI)) подвергали экстракционно-сорбционной переработке по технологической схеме, изображенной на рисунке.

При организации противоточной экстракции на 3-х ступенях достигается значительное извлечение и концентрирование Cr(VI) . После сорбционной очистки на АУ, полученная вода содержит хром и сульфат МТАА в количествах, меньших ПДК для технической воды (0.1 мг/л). Максимальное концентрирование в органической фазе достигнуто 165.0 г/л CrO_3 (из СВ шламовых прудов). При очистке их и модельных растворов (до 0.5 г/л Cr(VI)) получены резкстракты, содержащие от 13 до 55.7 г/л CrO_3 . Растворы с концентрацией 50-60 г/л CrO_3 могут быть использованы в монохроматном производстве АЗХС без дополнительного концентрирования.

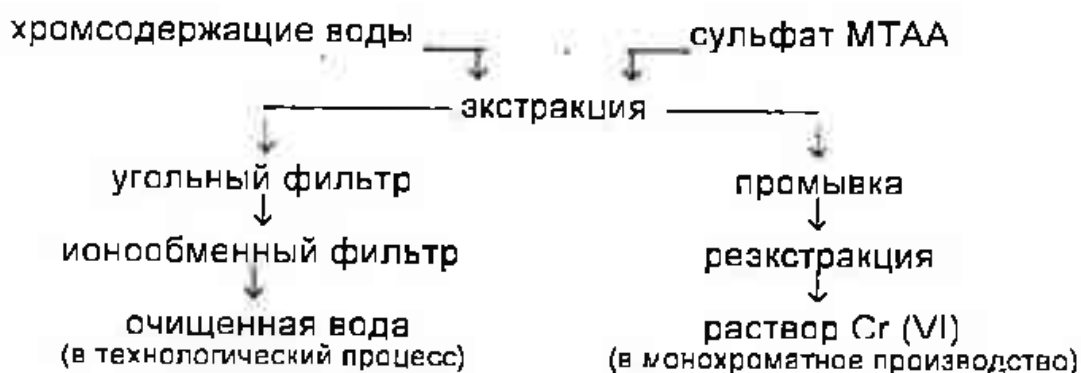


Рис. Вариант технологической схемы извлечения соединений хрома из водных растворов

При резкстракции 6 М раствором гидроксида натрия органической фазы, содержащей 6.79 г/л Cr(VI) (при О:В = 10:1, времени контакта 5 мин и отстоя 20 мин) получен резкстракт с концентрацией 55.8 г/л Cr(VI) . Предлагаемый способ позволяет проводить очистку СВ и ПВ с утилизацией Cr(VI) , и дает большой эколого-экономический эффект, особенно на оборотных и сточных водах. Ожидаемый эффект по АЗХС равен 119 млн.тенге/год. Метод применялся также для извлечения CrO_3 из ванн хромирования в гальваническом производстве.

Показана принципиальная возможность его применения для регенерации CrO_3 . Новизна метода переработки технических вод защищена авторским свидетельством № 1318615. Общими недостатками данного метода является окисление МТАА Cr(VI) в органической фазе и повышенная растворимость МТАА в водной фазе (до 2-3 г/л), которые не позволяют применять метод для очистки питьевых вод.

В процессах ионообменной очистки сточных вод от хрома (VI)

широкое применение нашли высокоосновные иониты на основе сополимера стирола с дивинилбензолом, содержащие группы триметиламмония (марка АВ-17). Однако существенным недостатком ионитов типа АВ является их малая химическая и гидролитическая устойчивость. С целью устранения этого недостатка следует применять низкоосновные иониты, как это показано ниже.

В данной работе для исследования выбран низкоосновной ионит АН-18-10П. Сравнительное изучение в статических условиях сорбционной способности различных слабоосновных анионитов показало, что сорбенты типа АН с высокой эффективностью способны извлекать соединения хрома (VI) с коэффициентом распределения $K_p > 10^4$, причем максимальными характеристиками обладают аниониты типа АН-18.

Изучение кислотно - основного равновесия промышленных марок анионитов с различной структурой функциональных групп показало, что все исследуемые аниониты являются полифункциональными. С учетом полифункциональности исследованных анионитов, впервые рассчитаны величины констант диссоциации pK ионогенных групп и показано, что у всех исследуемых анионитов основность аминогрупп последовательно убывает при переходе от четвертичных к первичным аминогруппам.

Для выяснения влияния кислотности среды на сорбционные свойства указанных анионитов в статических условиях изучена зависимость сорбционной способности ионитов по аниону хрома от pH исходных и равновесных растворов. Установлено, что четко выраженный максимум сорбции достигается в области pH равновесного раствора 4-6, который не зависит от структуры функциональных групп. Максимальные коэффициенты распределения для анионитов типа АН-18 значительно выше (почти в 8 раз), чем для остальных типов низкоосновных анионообменных сорбентов и незначительно отличаются от коэффициентов распределения для высокоосновных анионитов АВ-17 и АМ. Экстремальный характер зависимости K_p как функции pH обусловлен как состоянием хромат-ионов в растворе, так и степенью диссоциации функциональных групп сорбентов. Сорбция хрома низкоосновными анионитами, при $pH=6-8$, происходит практически без изменения кислотности среды в отличие от высокоосновных анионитов. Это свойство низкоосновных анионитов имеет решающее практическое значение при очистке воды.

Рассмотрение экстремальных изотерм сорбции показало, что статическая ёмкость низкоосновных сорбентов по хрому (VI) в 1.10 ± 1.15 раза больше их ёмкости по 0.1 и HCl , которое соответствует содержанию аминогрупп в структуре. Для высокоосновных сорбентов (АВ и АМ) ёмкость по хрому почти в 2 раза выше, чем COE^{HCl} . Полученные результаты позволяют предположить, что при высоких степенях заполнения сорбентов хромом (VI) происходит полимеризация хроматов в фазе сорбента, причем для высокоосновных образуются три- и тетра-хроматы, а для низкоосновных, в основном, бихроматы.

Математическая обработка изотерм сорбции позволило подтвердить механизм взаимодействия хромат-анионов с функциональными группами низко- и высокоосновных анионитов, включающий образование, первоначально, монохроматного иона, а затем его полимеризацию в фазе сорбента.

ИК - спектроскопическое исследование анионитов с различной структурой функциональных групп и степенью зарядки анионом хрома показало образование монохроматов и полихроматов при малых и высоких степенях заполнения соответственно.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования практически всех известных низкоосновных анионитов полимеризационного типа для концентрирования хрома из водных растворов, так как по максимальной ёмкости они не уступают, а в некоторых случаях и превосходят высокоосновные аниониты. Высокая концентрирующая способность низкоосновных анионитов по хрому (VI) обусловлена особенностями его структуры, а именно, соотношением третичных и четвертичных аминогрупп равном (3-6):1.

На основании этих данных разработан способ извлечения Cr(VI) низкоосновными анионитами из слабокислых сред, который защищен авторским свидетельством №1225617.

Исследование динамических закономерностей сорбции хрома на АН-18 проведено при варьировании скорости потока жидкости (w), исходной концентрации хрома в растворе (C_0) и температуры. Описание экспериментальных динамических кривых проведено с использованием уравнения для процессов, протекающих во внутридиффузионной области. Расчеты проведенные на ЭЦВМ "Электроника" ДЗ-26, по радиально-сеточному методу, показали, что выбранная модель адекватно, с высокими коэффициентами корреляции ($r_{\text{корр}} > 0.97$), описывает исследуемый процесс при температуре 25°-50°С, подтверждая внутридиффузионный характер сорбции.

На основании полученных результатов, методом регрессионного анализа получено следующее оптимальное регрессионное уравнение:

$$\ln V_{\text{проск}} = 1.40 \ln V_{\text{кол}}/C_0 - 0.83 \ln w + 2.97; (r_{\text{корр}} = 0,986),$$

которое позволяет с достаточной для практических целей точностью ($r_{\text{корр}} > 0.95$) прогнозировать величину $V_{\text{пр}}$ в зависимости от объема колонки, исходной концентрации извлекаемого компонента и скорости течения жидкости.

Изучение процесса регенерации сорбентов проводили в динамических условиях на анионитах АН-18 и АВ-17 с различной степенью зарядки. В качестве описываемого параметра была выбрана степень регенерации ($Y\%$), а в качестве входных параметров процесса регенерации анионитов были выбраны концентрации хрома в сорбенте (X_1 мг/г) и скорость пропускания раствора (X_2 мл/мин).

Получены следующие уравнения регрессии:
для АН-18-10П:

$$Y_1 = 83,34 + 0,41X_1 - 0,55X_2 - 0,0065X_1X_2 \quad (X_1=1\text{мг/г});$$

$$Y_2 = 86,80 + 0,40X_1 - 1,10X_2 - 0,160X_1X_2, \quad (X_1=10\text{мг/г});$$

для АВ-17:

$$Y_3 = 87,57 + 0,42X_1 - 3,42X_2 + 0,170X_1X_2, \quad (X_1=10\text{мг/г}).$$

Проведенный комплекс исследований по изучению физико-химических закономерностей процесса сорбции хрома (VI) позволил установить высокую эффективность промышленного макропористого анионита типа АН-18 с группами диметиламина, который был использован в качестве сорбента при проведении опытно-промышленных исследований.

В технологии АЗХС применяют большие количества водного пара, который после его использования, в виде концентратов, должен быть возвращен на ТЭЦ г.Актюбинска. Однако, вследствие коррозии аппаратуры и аварий, содержание хрома в конденсате достигает 2-3 мг/л, и использование его в дальнейшем не представляется возможным, что наносит АЗХС экономический ущерб. Испытания ионообменного способа извлечения соединений хрома (VI) из возвратного конденсата показали, что происходит очистка конденсата ниже уровней ПДК. Проведена регенерация ионита, который был применен для очистки конденсата на АЗХС. После промывки ионита раствором NaOH, а затем водой, до нейтральной реакции, сорбционная способность ионита по хрому (VI) была полностью восстановлена.

В химическом цехе АТЭЦ разработанный метод извлечения хрома из природных (подземных) вод испытан в технологической схеме их обессоливания.

Проведенные испытания показали, что сорбционная способность анионита по хромат- иону в значительной степени определяется концентрацией солей жесткости. Снижение последних от 5-6 мг-экв/л до значений 0,5мг-экв/л приводит к увеличению сорбционной емкости анионита в 6 раз. Поэтому целесообразно проводить очистку воды от хрома (VI) после ее соответствующего умягчения на действующих ионообменных фильтрах химцеха АТЭЦ. Элюат направляется на АЗХС для извлечения хрома (VI).

Предотвращенный ущерб при внедрении способа составит 2,45 млн.тенге/год.

Литература

1. А.С. № 1318615 . Способ извлечения шестивалентного хрома из водных растворов. // Сарсенов А. М., Степанов С. И., Рсымбетова
2. А.С. № 1225617 . Способ извлечения хрома (VI) из слабых кислотных

- водных растворов. // Ягодин Г. А., Сарсенов А.М., Генрих И. А. и др. (Опубл. 22.12.85)
3. А.С. № 1489775 Крем для защиты рук от металлов сенсбилизаторов.// Сарсенов А. М., Юртов Е. В., Гулина К. Н. и др. (опуб. 11.03.87)
 4. Сарсенов А. М. . Очистка питьевых и технических вод от токсичных загрязнений в регионе Западного Казахстана. // (Аналит. спр.) КазГОСИНТИ, АОМ ЦНТИ, Актюбинск, 1994,(брошюра).
 5. Сарсенов А. М. Экстракционные и сорбционные методы защиты водных ресурсов и населения от соединений шестивалентного хрома. // (Аналит.спр.), КазГОСИНТИ АОМ ЦНТИ, 1996, (брошюра).
 6. Сарсенов А.М. Рекуперация техногенных отходов и загрязненных природных вод Западного Казахстана. - Алматы-Актобе, АОЦ КазГОСИНТИ, 1999, 217 с. (монография).

Актюбинский университет им.К.Жубанова

**ҚҰРАМЫНДА ХРОМЫ БАР ҚАЛДЫҚ ЖӘНЕ ТАБИҒЫ
СУЛАРДЫҢ ЭКСТРАКЦИЯЛЫҚ ПЕН СОРБЦИЯЛЫҚ
ТӘСІЛДЕРІМЕН ҚАЙТА ӨНДІРУ**

Техн.ғыл.канд. А.Сәрсенов

Хром қорлары өндірісінде шайын суларының құрамынан хромды алудың экстракциялық және сорбциялық технологиясының ғылыми негіздері сипатталған сонымен қатар хроматтармен ластанған табиғы сулардың тазалау әдісі берілген. Келтірілген әдістердің технологиялық схемалары берілген, тазаланып алынған табиғы сулармен хроматтардың технологиялық процеске қайта пайдалану әдісі зерттелген. Химиялық қауыпсіздік пен ұсынылған технологиясымен экономикалық тиімділігі көрсетілген.

УДК 546.185:661.635

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОТХОДА АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА
И ЗАБАЛАНСОВОГО ФОСФОРИТА ЧИЛИСАЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ**

Канд.техн.наук

Канд.техн.наук

Канд.техн.наук

Докт.техн.наук

Канд.техн.наук

Докт.техн.наук

Г.О.Нургалиева

Н.Ж.Гизатулина

М.Т. Ошакбаев

О.Ж.Джусипбеков

А.А. Кабдрахимов

Д.С.Бержанов

Изучены условия получения фосфорсодержащих удобрений при пониженном расходе кислотного реагента с использованием отходов фосфорного производства – пылевидной термообработанной фосфоритной мелочи в качестве основного фосфатного сырья и бедного фосфорита Чилисаия как нейтрализатора остаточной кислотности пульпы.

В настоящее время наблюдается всевозрастающее загрязнение окружающей среды, обусловленное тем, что предприятия фосфорной промышленности служат источниками твердых, жидких и газообразных отходов. Значительные массы отходов накоплены в отвалах. Такие отходы наносят природе непоправимый ущерб, их влияние на окружающую среду проявляется по-разному. Это и пыльные бури, раздувающие отвалы промышленных предприятий, и накапливание отходов в почве, водоемах и воздухе до опасных концентраций, и ухудшение здоровья людей [1,2].

В производстве элементного фосфора наряду с другими актуальна проблема переработки пылевидной термообработанной фосфоритной мелочи (ПТФМ), утилизация которой позволяет решить целый ряд важных народнохозяйственных задач, таких, как экономия основного фосфатного сырья, предотвращение загрязнения воздушного, водного бассейна, почвы и выпуск удобрительных продуктов.

При решении вопросов комплексного использования природного сырья важное значение также имеет вовлечение в переработку бедных

и забалансовых руд. К таким рудам относятся фосфориты Чилисайского месторождения, содержащие около 18% P_2O_5 .

При кислотном разложении фосфоритов для снижения свободной кислотности пульпы обычно применяют известь или мел (простой или двойной суперфосфат), что вызывает разубоживание продукта по содержанию фосфора, а также газообразный аммиак (аммофосфат и аммонизированный кальцийфосфат) [3,4]. Использование аммиака в качестве нейтрализующей добавки приводит к удорожанию конечных продуктов вследствие отсутствия его производства в Казахстане и экспорта из стран ближнего и дальнего зарубежья. Поэтому актуальными являются исследования по подбору новых агентов, обладающих не только нейтрализующей способностью, но и содержащих фосфор, что позволяет сохранить содержание P_2O_5 в готовых продуктах на максимально возможном уровне.

Забалансовые фосфориты Чилисайа характеризуются высоким содержанием кальция и их главной особенностью, в отличие от фосфорита Каратау и пылевидной термообработанной фосфоритной мелочи является присутствие в его составе минерала курскит, который легче разлагается кислотами, чем фторапатит, что делает возможным применение данного сырья как нейтрализующего агента.

Анализ литературных данных показал, что процессы разложения фосфоритов Чилисайа минеральными кислотами изучена достаточно широко [5,6]. Однако отсутствуют сведения об использовании этого сырья как нейтрализующего агента свободной кислотности пульпы в процессе кислотной переработки ПТФМ.

В данной работе изучены условия получения сложного фосфорсодержащего удобрения из отхода фосфорной промышленности — ПТФМ при пониженном расходе кислотного реагента, а также исследована возможность применения фосфорита Чилисайа в качестве нейтрализующей добавки для удаления кислотности пульпы. В качестве кислотного реагента использовалась ЭФК, полученная из фосфорита Каратау. Химический состав исходных продуктов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исходных продуктов

№ п/п	Продукт	Содержание компонентов, мас %						
		P_2O_5	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	F	SiO_2
1	ПТФМ	16,90	27,70	3,10	1,60	2,70	1,70	30,80
2	Фосфорит	17,76	41,30	0,34	0,93	1,65	н/с	36,70
3	Чилисайа ЭФК	19,20	0,05	0,97	1,03	0,47	-	0,21

Процесс разложения ПТФМ осуществлялся при 60°C в течение 60 мин в условиях термостатирования при соотношениях Т:Ж-1:2,5; 1:2,7; 1:2,90, т.е. на 70, 75 и 80% ниже стехиометрической нормы кислоты для двойного суперфосфата. Затем к полученной фосфатнокислой пульпе добавляли фосфорит Чилисая и перемешивали массу 30 мин, норма его составляла (32,5-40,0)г на 100г кислоты, что соответствует выполненным ранее условиям нейтрализации свободной P_2O_5 , а также требованиям ГОСТа по удельному весу пульпы ($d \leq 1,55 \text{ г/см}^3$). Поскольку содержание $P_2O_{5\text{своб}}$ остается еще достаточно высоким (5,27÷6,10), то пульпу донейтрализовывали газообразным аммиаком до рН 3,0-3,3. Анализ сырых смесей на содержание $P_2O_{5\text{своб}}$ показал его полное отсутствие. Далее фосфатно-кислую пульпу сушили при 100°C и в готовых продуктах определяли содержание общей, водной и усвояемой форм P_2O_5 , общего азота. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

Состав и свойства готовых продуктов

Соотношение Т:Ж	Норма фосфорита Чилисая, г	Содержание P_2O_5 , мас. %			N, мас. %	K _{усв.} отн. %		Сумма питательных веществ
		общ.	водн.	усв.		водн.	усв.	
1: 2,50	32,50	34,8	21,62	34,35	3,82	65,00	98,70	38,62
1: 2,70	36,25	35,5	23,50	35,18	3,95	66,30	99,10	39,45
1: 2,90	40,00	35,7	23,80	35,56	4,10	66,60	99,60	39,80

Качество полученных продуктов зависит от соотношения исходных компонентов. С увеличением соотношений Т:Ж повышается содержание как общего, так и усвояемых фосфатных форм. Например, при соотношений Т:Ж -1:2,5 содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ составило -34,80%, $P_2O_{5\text{водн}}$ -21,62, $P_2O_{5\text{усв}}$ - 34,35%, а при соотношении Т:Ж = 1:2,90 соответственно 35,70%; 23,80%; 35,56%. По-видимому это связано с введением значительного количества ЭФК и фосфорита Чилисая.

Проведенные исследования показали возможность использования отхода производства - пылевидной термообработанной фосфоритной мелочи и бедного забалансового фосфорита Чилисая в производстве фосфорных удобрений как основного фосфатного сырья и нейтрализующей добавки соответственно с получением продуктов с хорошими удобрительными и физико-химическими свойствами.

Вовлечение в кислотный передел фосфатного сырья -забалансовых руд и отходов является актуальным с точки зрения использования

новых источников фосфора, а также при решении вопросов экологии южного региона.

Литература

1. Наркевич И.П., Печковский В.В. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. М., 1984. 240с.
2. Парфенов О.Г. Фосфорсодержащие удобрения и экология. Новосибирск, 1990. 102с.
3. Двойной суперфосфат /Под ред. М.А.Шапкина, Т.И.Завертязевой и др. Л., 1987. 216с.
4. Набиев М.Н. Азотно-кислотная переработка фосфатов. Ташкент, 1976. Т.1. 367с.
5. Кармышев В.Ф. Химическая переработка фосфоритов. М., 1983. 304с.
6. Ахметова С.О. Разработка технологии двойного суперфосфата из Чилисайских фосфоритов. Автореф. канд. техн. наук. Шымкент, 1994. 18с.

ИХН им. А.Б.Бектурова МОН РК, г. Алматы
АО «Химпром», г. Тараз

ФОСФОР ӨНДІРІСІНДЕГІ АГЛОМЕРАЦИЯ ҚАЛДЫҒЫ МЕН САПАСЫ ТӨМЕН ШИЛІСАЙ ФОСФОРИТЫН ФОСФОРЛЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУДА ҚОЛДАНУ

Техн. ғыл. канд.	Г.О. Нурғалиева
Техн. ғыл. канд.	Н.Ж. Гизатулина
Техн. ғыл. канд.	М.Т. Ошакбаев
Техн. ғыл. докт.	О.Ж. Джусипбеков
Техн. ғыл. канд.	А.А. Кабдрахимов
Техн. ғыл. докт.	Д.С. Бержанов

Қышқылдың аз мөлшерін қолдану арқылы фосфор өндірісінің қалдығы - термиялық ендеуден өткен шаң тәріздес фосфоритты ұсақтан фосфорлы тыңайтқыштар алу жағдайы зерттелді. Ол негізгі шикізат ретінде қолданылды, ал қалған қышқылдықты нейтралдау үшін - Шилісай фосфориты қолданылды.

УДК 556.18: 00

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ
И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБОСНОВАНИЯ УРОВНЯ
МОРЯ МАЛОГО АРАЛА**

Канд. техн. наук

С.Т. Тауипбаев

Докт. техн. наук

В.К. Бишимбаев

В данной работе приведены экологические, технические, социальные и экономические аспекты обоснования уровня Малого Арала, на основе системного анализа многолетних материалов, характеризующих природные и социально-экономические процессы в бассейне Аральского моря. Для экономического обоснования уровня Малого Арала используются критерии приведенной экономической эффективности капитального вложения, необходимого для строительства Кокаральской перемычки.

Современная концепция рационального природопользования должна определяться не только потребностью человечества с целью создания и размещения производительных сил и защищенности от воздействия неблагоприятных природных факторов, но и необходимостью улучшения среды обитания и сохранения устойчивости экологических систем. Как известно, самым ярким примером безответственного отношения в системе природопользования является Аральское море, в котором за исторически короткое время произошли изменения от экологически благоприятного состояния до катастрофического.

В настоящее время в результате антропогенной деятельности человека произошло резкое падение уровня воды Аральского моря, вследствие чего оно разделилось на две части, образовав два самостоятельных географических объекта Большой и Малый Арал, снизился уровень до отметки 37.0 м, акватория расчленилась на изолированные плесы. Попытка подойти к определенной черте критического предела или допустимых нагрузок, с одной стороны, исходя из анализа закономерностей потоков, их функционирования, а с другой – из рассмотрения на примере отдельных объектов наиболее яркого проявления влияния антропогенной деятельности, во всех аспектах природопользования оказалась неудачной. Поэтому, одной из основных проблем при вос-

становлении и нормализации экологического состояния Малого Арала является обоснование уровня воды с экологической, технической, социальной и экономической точек зрения.

Экологические аспекты обоснования уровня Малого Арала во многом связаны с закономерностями и характером формирования и функционирования природного объекта и ритмических колебаний природных факторов, которые определяются ритмами космической энергии – солнечной активности. Под его влиянием испытывают ритмические колебания температура, осадки, испарение и обусловленные ими водосбильность речного стока, режим уровня водоемов и подземных вод. В целях сохранения благоприятных гидрогеологических условий и критического уровня самоорганизации природного процесса в каждой ландшафтно-климатической зоне изменения гидрогеохимических потоков не должны превышать природные 30-40 летние ритмы, их амплитуды, имея в виду, что вековые колебания сивелируют эти воздействия (циклы 80-90 и более лет).

Современные научные достижения в области климатологии, гидрологии, геологии, гидрогеологии позволяют представить ход эволюционного развития земной коры, ритмические колебания, начиная с архея //.

Ритмические изменения водного стока в Аральском море (рисунок) с 1925 до 1955 годах характеризовались амплитудами 15-18 км³ с повторяемостью ритмов через 8-10 лет, с амплитудой в 5-6 км³ примерно через 3 года. Более резкие колебания стока, забора с 1900 по 1940 года от 10-15 до 20-26 км³, а с 1941 по 1951 год до 32 км³, с 1951 по 1960 до 40,4 км³. Забор воды в объеме 40 км³/год оказал для Аральского моря «предельным» и дальнейшее увеличение водозабора на орошение привело к резкому падению его уровня. Поэтому, начиная с 1960 года началось невосстановимое природными ритмами понижение уровня моря и с утратой возможности саморегулирования.

Таким образом, с экологической точки зрения можно восстановить природные функции Большого и Малого Арала при поддержании уровня моря на отметке 42 м, который соответствует циклу векового хода ритма колебания их уровня, то есть его можно принять за критический уровень, обеспечивающий процесс самостоятельного восстановления и нормализации.

Социальный аспект проблемы обоснования уровня Малого Арала связан с медико-биологическим и санитарно-гигиеническим состоянием Северной части Приаралья, так как падение уровня Арала до 37 м привело к негативным изменениям геосистемы самого моря и окружающей его среды: сокращению его акватории и биоты, понижению уровня грунтовых вод до 3,5-4,5 м в полосе 100-120 км от современного уреза воды; опутыванию дельты и прибрежных территорий; изменению климата; усилению дефляционных процессов на обсохшем дне моря и переносу солевой пыли на территорию Приаралья на расстоянии до

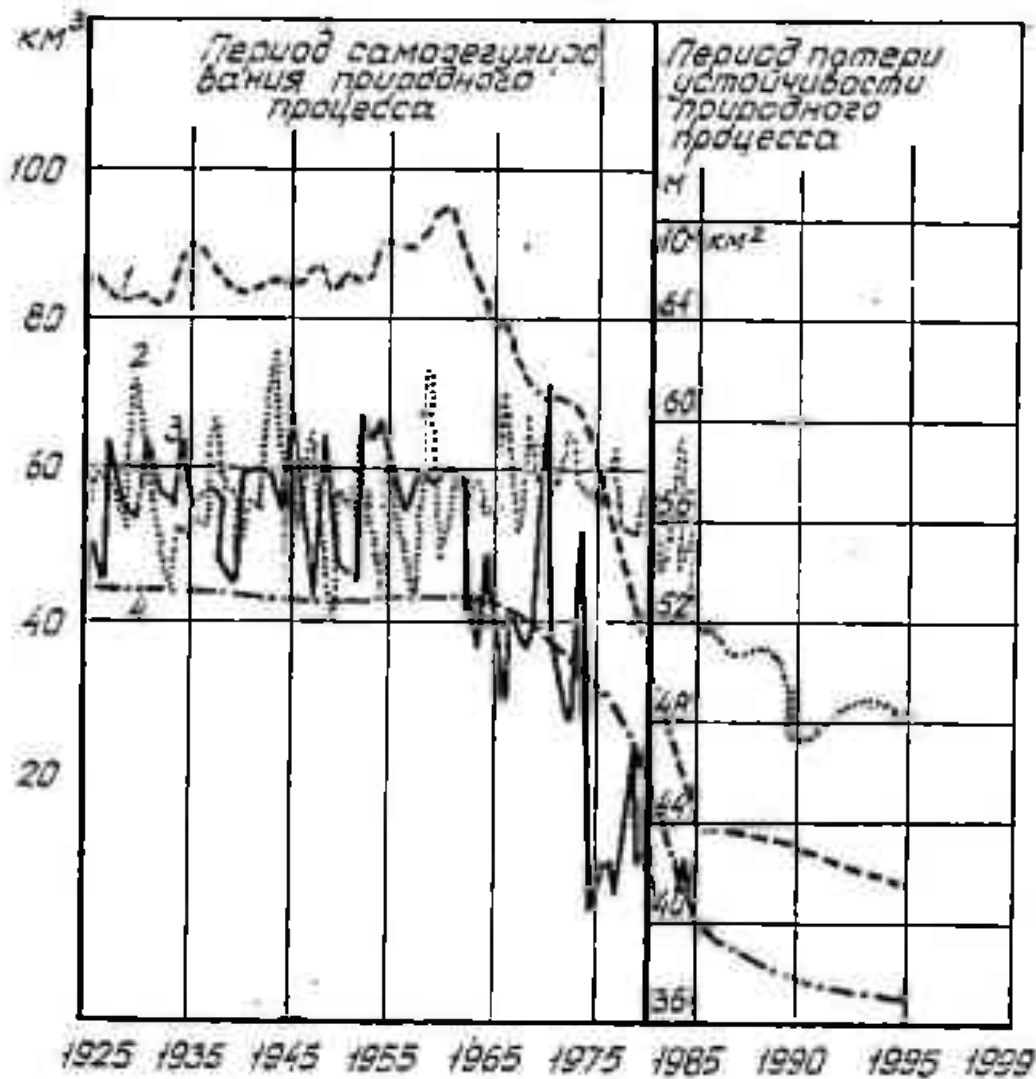


Рис. Гидроэкологические параметры Аральского моря.

Условные обозначения: 1- площадь водной поверхности, км²; 2- испарение, км³; 3- сток, км³; 4- уровень моря, м

100 км, изменению природного комплекса в зоне влияния моря, стали причиной резкого ухудшения здоровья населения. В результате сложившейся экологической и социально-экономической обстановки увеличилась миграция населения, снизилась рождаемость, а смертность увеличилась.

При создании искусственно-регулируемого водоема Малого Арала при отметке 46 м, во-первых, заполнится: водой значительная часть залива Большой Сарышыганак, высохшее дно которого представляет собой один из главных поставщиков сульфатных солей в атмосферу, во-вторых, незначительные обширные мелководья на Северном побережье острова Кокарал, занятые лугово-болотными растениями, можно использовать для выпаса скота и заготовки кормов.

Таким образом, предполагаемый социальный эффект от намеченных инженерно-технических мероприятий исходит из улучшения усло-

вий жизни населения: уменьшения уровня заболеваемости и смертности; увеличения занятости населения; существенного уменьшения эмиграции населения из Приаральского региона.

Уменьшение онкологических заболеваний населения Казалинского и Аральского районов в перспективе может снизить затраты на медицинскую помощь в размере 0,54 млн. долларов в год, если по оценкам МБРР принять среднее значение стоимости жизни в будущих условиях 9000 долларов. Снижение детской смертности в этих районах до среднего республиканского значения 26,4 на 1000 рождаемых обеспечит экономию в порядке 100 тысяч долларов в год, а уменьшение расходов на медицинскую помощь в результате улучшения условий окружающей среды после выполнения инженерно-технических мероприятий по восстановлению и нормализации экологического состояния Северной части Приаралья на 0,8 млн. долларов в год.

Улучшение социально-экономических условий Северной части Приаралья вероятнее всего предотвратит эмиграцию населения, что обеспечит сократить социальных расходов на 5 млн. долларов.

Технические аспекты обоснования уровня моря Малого Арала во многом связаны с конструкцией Кокаральской дамбы разделяющего Большой и Малый Арал и устойчивостью тела дамбы против гидростатического давления, формирующегося под воздействием различных факторов связанных с природно-климатическими особенностями региона. Этот вопрос был нами рассмотрен вместе с А.К. Кушербаевым [2] при разработке систем мероприятия направленных на улучшение экологического состояния Северной части Аральского моря. Капитальные вложения на строительство Кокаральской перемычки и водосбросных сооружений в зависимости от проектного уровня Малого Арала составят 14,5 млн. долларов при 41,13 м, а при 44,72 м - 19,7 млн. долларов.

Таким образом, результаты обоснования уровня Малого Арала с учетом экологического, социального и технического аспектов показывают, что практически при любых рассматриваемых вариантах, создание перемычки позволяет поднять уровень Северного Арала, на первом этапе до отметки 42,5 м и во втором этапе - 46 м, значительно приблизить водную поверхность к населенным пунктам Северного Приаралья.

На первом этапе расчетная отметка максимального сезонного уровня Малого Арала можно принять 42 м, тогда при наличии нагонок волны 1,4 м, в первую очередь перемычки необходимо проектировать на отметке 42,3 м (гребень на 44 м). Сроки строительства второй очереди дамбы дороги будет зависеть от темпов подъема уровня воды в Малом Арале. На этой стадии, если проточность будет нарастать, целесообразно ограничиться средневековым уровнем моря 42-43,5 м, так как невосстановимые природные ритмы понижения уровня моря находится на отметке 43 м при вековой амплитуде колебания уровня равной 4 м.

При этом водосбросное сооружение между Малым и Большим Аралом должно проектироваться в виде аварийного водовыпуска или

грунтовой водосливной плотины с отметкой порога 42 м, а ширина с учетом режима работы водохранилищ расположенных в верхнем и среднем течении реки Сырдарьи должна быть рассчитана для пропуска воды в объеме от 150 до 1300 м³/с [2].

В связи с этим, возникает объективная необходимость, с целью нормализации и восстановления экологического и социального состояния Северной части Арала, строительство Кокаральской перемычки и водосбросных сооружений; во-вторых, восстановить пропускную способность системы водотоков в низовьях реки Сырдарьи, что требует в ближайшее время выполнить следующие мероприятия:

- в первом этапе построить Кокаральскую перемычку до отметки 42 м, так как, соленый и мелкосыпучий грунт не выдержит большого гидростатического напора, и на таком уровне по инициативе местного населения выполнена такая работа;
- во втором этапе достроить Кокаральскую перемычку до отметки 46,0 м, покрыть нефтебитумными грунтами.

Выбор типа перемычки диктуется топографическими, инженерно-геологическими условиями створа сооружения, наличием на площадке местных строительных материалов, а также колебаниями уровня воды и величиной волновых воздействий в створе, определяющих необходимый запас гребня перемычки над расчетным уровнем воды.

Ширина перемычки по верху 10 м, длина перемычки по гребню 13,7 км, высота меняется в зависимости от отметок воды САМ.

Кокаральская перемычка, расположенная непосредственно в дельте реки Сырдарьи, имеет глубину 2-3 м, и как показывает космическая съемка, все донные и взвешенные наносы поступающих вместе с стоками в Малый Арал, накапливаются непосредственно на этих местах. В дальнейшем, ветер, традиционный для Приаралья, с северо-восточного направления, создает течение морских вод восточно-западного направления, что способствует перемещению донных и взвешенных наносов в направлении Кокаральской перемычки, что создает естественное укрепление и формирует мелководные зоны для выращивания камыша. Широкая полоса камыша на верхнем бьефе по всей длине Кокаральской перемычки в первом этапе строительства обеспечит их устойчивость и устранил их размыв, а во втором этапе – дальнейшее его строительство, все тело перемычки закрепляется нефтебитумными породами.

Для изучения фильтрационных свойств песчаных грунтов, слагающих Кокаральскую перемычку, проводились исследования на экспериментальной установке типа «Дарси», а оценка фильтрационной устойчивости тела и основания перемычки – плотины, выполнены моделированием на ЭГДА.

Для повышения фильтрационной устойчивости Кокаральской перемычки использован гидротехнический асфальтобетон, разработанный профессором Бишимбаевым В.К., обладающий низкой водопрони-

цаемостью и может быть рационально применен при строительстве дамбы – перемычки.

Применение гидротехнического асфальтобетона (ГТА) в качестве гидроизоляции и уплотнительного материала в лобовой части перемычки позволит сохранить надежность и функциональную долговечность сооружения. При этом для аварийного водосброса использована водосливная плотина по типу предложенной П.И. Гордиенко, которая должна находиться вне зоны Кокаральской перемычки для повышения ее надежности и устойчивости. Для крепления верхнего и низового откоса водосливной плотины можно использовать гидротехнический асфальтобетон [2].

Экономический аспект обоснования уровня Малого Арала в основном определяется уровнем развития рыбного промысла и сельского хозяйства, которое зависит от восстановления и нормализации экологического состояния в регионе.

При условии постоянного водотока до 2020 года, тогда площадь водного зеркала Малого Арала может достигнуть 4012 км², объем воды 36,11 км³, и уровень воды подняться до 44,72 м, тогда запасы рыбы могут составить 8024 тонн в год, что при стоимости 1 кг рыбы 0,8 доллара может обеспечить валовой доход 10 324 000 долларов.

Благоприятные природно-экологические условия обеспечат в перспективе повышение продуктивности пастбищ и сенокосов, что будет способствовать увеличению поголовья КРС до 21000 и овец на 126000 голов. Если принять годовую чистую прибыль овцеводства равную 20%, тогда общая прибыль составит 1,26 млн. долларов в год, а КРС обеспечит получение прибыли в размере 2,1 млн. доллар в год.

Таким образом, осуществление инженерно-технического проекта Кокаральской перемычки с комплексом природоохранных сооружений может обеспечить макроэкономический эффект на основе существующих направлений хозяйственной деятельности: рыбоводстве и сельском хозяйстве (таблица 1), что дает возможность с учетом экономического аспекта обосновать уровень Малого Арала.

Для оценки экономической эффективности инженерно-технических мероприятий по восстановлению и нормализации экологического, социального и экономического состояния Северной части Приаралья использован коэффициент приведенной эффективности капитальных вложений:

$$K = \frac{(OD - OY)}{KB}$$

где: K - коэффициент приведенной эффективности капитальных вложений; OD - средний годовой общий доход; OY - средние годовые общие издержки; KB - капитальные вложения в строительство инженерно-технических природоохранных сооружений.

Экономические аспекты обоснования уровня Малого Арала

Показатели	Период			
	конец 5-го года	конец 10-го года	конец 15-го года	конец 20-го года
1	2	3	4	5
Биологические и гидрогеологические характеристики моря				
Уровень Малого Арала	41,13	42,75	43,87	44,72
Площадь водного зеркала, км ²	3097	3550	3876	4012
Водный объем моря, км ³	23,38	28,88	33,33	36,11
Запасы рыбы, тонн.	3716	5327	6976	8024
Объем рыбного промысла, тонн.	6016	7625	9276	10324
Рост крупнорогатого скота	21000	21000	21000	21000
Рост поголовья овец	126000	126000	12600	12600
Социально-экономический эффект (млн. долларов в год)				
Сельское хозяйство:				
-увеличение стабильности	0,260	0,560	0,910	1,260
-увеличение сенокосных угодий	0,100	0,800	1,560	2,100
-увеличение продуктивности на засоленных почвах	-	-	0,500	1,000
-уменьшение воды на орошение	-	-	0,020	0,050
Социальный эффект:				
-уменьшение заболеваний пищевода	0,2700	0,3600	0,4430	0,5380
-уменьшение детской смертности	0,0100	0,0300	0,0800	0,1008
-уменьшение медицинских расходов	0,2600	0,4100	0,6400	0,8000
-увеличение производительности труда	0,4000	0,7800	1,2000	1,8400
-уменьшение иммиграции	2,000	3,1000	4,0000	5,0000
Здоровье животных:				
-уменьшение смертности КРС	0,0250	0,1350	0,2965	0,353
-уменьшение смертности овец	0,0945	0,1640	0,2100	0,290
-уменьшение заболеваемости КРС и овец	0,0400	0,1400	0,2500	0,337
Растительность, животная и природная среда:				
-увеличение растительности	0,4000	0,7250	1,4500	2,2500
-увеличение животных	0,0400	0,0940	1,2000	2,0000
-красота и эстетика	1,4000	3,1000	4,8000	5,7000
Валовой доход рыбного промысла	0,7220	0,9150	1,1130	1,2390
Капитальные вложения на строи- тельство Кокаральской перемычки	14,500	16,800	17,100	19,700
Общий доход	6,0763	11,3125	18,6726	24,8560
Общий ущерб	43,1240	30,1860	22,4240	12,9370
Коэффициент приведенного эффек- та капитального вложения	0,4100	0,6700	1,0900	1,2600

Таким образом, на основе системно-структурного анализа с учетом экологического, технического, социального и экономического аспектов установлен уровень Малого Арала (таблица 2).

Таблица 2

Гидрологические параметры Малого Арала

Показатели	Экологический аспект	Технический аспект	Социальный аспект	Экономический аспект
Уровень моря	42,00	42,00-46,00	46,00	44,72

Литература

1. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 1995. 360 с.
2. Кушербаев А.К. Пути улучшения экологического состояния Северной части Аральского моря.-Автореферат дис.к.т.н.-Тараз,2000, 25с.

Кызылординский государственный университет им.Коркыт-Ата

КІШІ АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ДЕҢГЕЙІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ, ТЕХНИКАЛЫҚ, ӘЛЕУМЕТТІК ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТҮРҒЫДАН НЕГІЗДЕУ

Техн.ғыл.канд.
Техн.ғыл.докт.

С.Т.Тауипбаев
У.Қ.Бишімбаев

Бұл жұмыста Кіші Арал теңізінің деңгейін экологиялық, техникалық, әлеуметтік және экономикалық тұрғыдан неіздеудің мәселесі жан-жақты қарастырылған. Экономикалық тұрғыдан Кіші Арал теңізінің деңгейін негіздеу барысында сынақтық көрсеткіш ретінде күрделі қаржының келтірілген өлшемі пайдаланылған.

УДК 574:658.52.011.56

**ПРОГНОЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ
НА СРЕДНЕСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ
(до 2002 года)**

Канд. техн. наук

М.С. Дуамбеков

Канд. техн. наук

И.С. Тилегенов

В данной работе приводятся прогнозирование экологически безопасного функционирования Жамбылской области на основе информационных технологий. Делается сравнительный анализ существующих методик расчетов экологической опасности и приводится альтернативная методика.

Понятия "экологическая опасность" отрасли промышленности и "техногенное давление" на территорию были введены в науку А.В. Дончевой и Л.А. Семеновой [1-2]. Они предложили в качестве показателя загрязненности какой-либо территории использовать индекс техногенной нагрузки, который рассчитывается на основе индекса экологической опасности различных отраслей промышленности и объемов валовой продукции каждой представленной в регионе отрасли (показатель валовой продукции используется из-за отсутствия сведений о нормативно-чистой продукции).

Для расчета индекса экологической опасности отрасли промышленности используется следующая формула:

$$I_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{T(i)} \cdot K_{T(j)} \left(\frac{a_{ij}}{b_j} ; \frac{A_j}{B} \right)}{n} \quad (1)$$

где: I_{ij} - индекс экологичности i -й отрасли; a_{ij} - абсолютные показатели воздействия j -й отрасли (i - землеемкость, в тыс. га; водопотребление, в млн. м³, выброс загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т/год; сброс сточных вод, млн. м³/год); b_j - объем ва-

ловой продукции j -й отрасли, млн. руб.; A_i – показатели землеемкости, водопотребления, выбросов загрязняющих веществ для промышленности в целом; B – валовая продукция промышленности в целом; K_{T_1} и K_{T_2} – коэффициенты токсичности выбросов j -й отрасли в атмосферу и водоемы, соответственно; n – число абсолютных показателей воздействия отрасли (в данном случае $n=4$).

Ниже приведены расчеты валового производства и динамики индекса экологической опасности видов деятельности, представленных в Жамбылской области, соответственно, по сценарию 1 – оптимистическому и сценарию 3 – сверхпессимистическому по методике Дончевой А.В. и Семеновой Л.А. (таблицы 1-2). При этом слова "оптимистический" и "пессимистический" следует понимать не в смысле экологии, а в смысле экономики.

Таблица 1

Прогноз валового производства и динамики индекса экологической опасности. Сценарий 1

Год	Валовое про-во, Y_t , тыс. USD		$\frac{Y_t}{Y_t(0)}$	$\frac{1}{4} \frac{A_t(0)}{A_t(0)}$	Индекс эколог. опасн.
	По видам	В целом			
Добыча фосфатов					
1998	3065,91	179326,03	58,49	0,228	8,569
1999	1895,92	175414,89	92,52	0,228	13,555
2000	1937,54	199260,96	102,84	0,228	15,067
2001	2270,40	253165,34	115,50	0,228	16,336
2002	2746,01	357579,48	130,21	0,228	19,078

Таблица 2

Прогноз валового производства и динамики индекса экологической опасности. Сценарий 3 (сверхоптимистический)

Год	Валовое про-во, Y_t , тыс. USD		$\frac{Y_t}{Y_t(0)}$	$\frac{1}{4} \frac{A_t(0)}{A_t(0)}$	Индекс эколог. опасн.
	По видам	В целом			
Добыча фосфатов					
1998	3065.91	179326.03	58.49	0.227	8.58
1999	1895.92	175414.89	92.52	0.145	8.28
2000	1937.54	199260.96	102.84	0.15	9.6
2001	2270.40	253165.34	115.50	0.14	9.7
2002	2746.01	357579.48	130.21	0.12	9.9

Далее рассчитывается динамика основных макроэкономических показателей, таких как валовый выпуск продукции по видам промышленной деятельности, движения основных средств и капиталовложений. Экологические показатели представлены экологичностью того или иного вида деятельности по годам. Целью моделирования является прогнозирование экологической ситуации в среднесрочной перспективе.

Как видно из расчетов в обоих случаях индекс экологической опасности фосфородобывающей отрасли расчет, не смотря на спад объемов производства. Это объясняется тем, что в обоих сценариях не предусматривается адекватный спад воздействия на природную среду. В какой-то степени это можно оправдать изношенность основных производственных фондов, общей «неразберихой» и «безразличным» отношением к экологии. Кроме того, показатели воздействия - это в принципе медленно меняющиеся параметры. Например, землеемкость отрасли как заложена проектом, так она остается. Водопотребление, хотя и утверждается ежегодно, но фактически переписывается из года в год. С водоотведением происходит тоже самое. Единственно, что может поменяться, так это выбросы в атмосферу. Однако износ основных производственных фондов и устаревшие технологии не позволяют надеяться на существенные улучшения в этой сфере.

Как видно в этом случае индекс экологической опасности деятельности по добычи фосфатного сырья поднимается, но незначительно.

Преобразуем формулу (1) к виду более удобному для расчета и предлагаем свою версию:

$$Э_i(i) = 100 \cdot \left[(T_1(i) + T_2(i)) \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{a_j(i)}{Y_i} ; \frac{A_j}{Y_i(i)} \right)}{n} \right] \quad (2)$$

Подставляя численные значения в формулу (2) получаем фактический коэффициент экологической опасности, который более реально показывает экологическую обстановку в регионе по сценарию 4 (таблица 3) и по сценарию 5 (таблица 4).

Таблица 3

**Прогноз валового производства и динамики индекса
экологической опасности (согласно предложенной методике).
Сценарий 4**

Год	Валовое про-во, Y, тыс. USD		$\frac{Y_t(0)}{Y_t}$	$\frac{1}{4} \frac{a_t(j)}{A_t(j)}$	Индекс эколог. Спасн.
	по видам	в целом			
Добыча фосфатов					
1998	3065,91	179326,03	0,01710	0,228	0,904
1999	1895,92	175414,89	0,01081	0,228	0,572
2000	1937,54	199260,96	0,00972	0,228	0,514
2001	2270,40	253165,34	0,00897	0,228	0,474
2002	2746,01	357579,48	0,00768	0,228	0,406

Таблица 4

**Прогноз валового производства и динамики индекса
экологической опасности (согласно предложенной методике).
Сценарий 5 (сверхоптимистический)**

Год	Валовое про-во, Y, тыс. USD		$\frac{Y_t(0)}{Y_t}$	$\frac{1}{4} \frac{a_t(j)}{A_t(j)}$	Индекс эколог. опасн.
	По видам	В целом			
Добыча фосфатов					
1998	3065,91	179326,03	0,01710	0,227	0,900
1999	1895,92	175414,89	0,01081	0,145	0,364
2000	1937,54	199260,96	0,00972	0,15	0,338
2001	2270,40	253165,34	0,00897	0,14	0,291
2002	2746,01	357579,48	0,00768	0,12	0,214

На рисунке показаны графики, построенные на основе индексов экологической опасности для сценариев 1, 2, 3, рассчитанных по методике Дончевой А.В. и Семеновой А.А. и для сценариев 4 и 5, рассчитанных по предложенной методике. Анализ результатов данных расчетов показывает, что наиболее реальную картину экологической обстановки можно получить по предложенной методике. Так, на примере добычи фосфатов, экологическая опасность понижается пропорционально добычи фосфатов. Это показывает, что валовое производство в целом по промышленности растет и экологическая опасность в отрасли зависит от валового производства в отрасли, что мы и получаем в своих расчетах, с помощью предложенной методики.

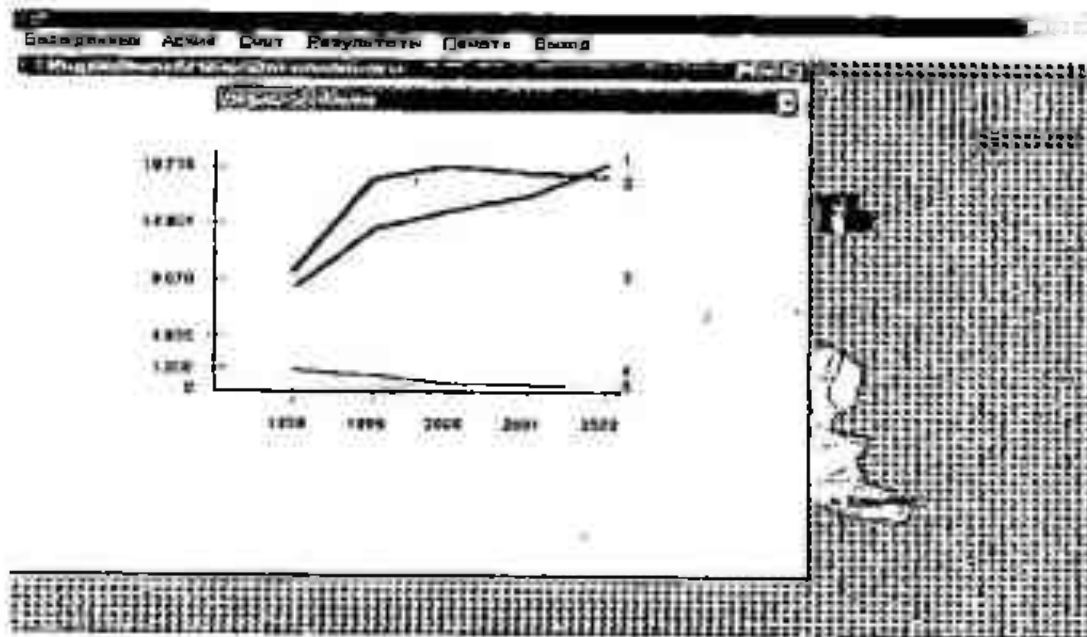


Рис. Динамика индексов экологической опасности добычи фосфатов

Литература

1. Дончева А.В. Ландшафты в зоне воздействия промышленности. М.: Лесная промышленность, 1978.-94с.
2. Дончева А.В., Семенова Л.А. Методические вопросы оценки интенсивности техногенных воздействий на природную среду // Глобальные проблемы современности: региональные аспекты: Сборник трудов. - М.: ВНИИСИ, 1988.-С.158-163.-Вып.5.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ 2002 ЖЫЛҒА ДЕЙІНГІ ЭКОЛОГИ-ЛЫҚ ҚАУІПСІЗ ЖҰМЫС ІСТЕУ БОЛЖАМЫ

Техн.ғыл.канд. М.С.Дуамбеков
Техн.ғыл.канд. И.С.Тілегенов

Бұл жұмыста информациялық технология негізінде Жамбыл облысының 2002 жылға дейінгі экологиялық қауіпсіздігіне жұмыс істеу болжамы келтірілген. Экологиялық қауіпті есептейтін методикаларының салыстырмалы түрде қарастырып, автор өзінің методикасын ұсынады.

УДК 627.11:551.493

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ВОДООХРАННОЙ ЗОНЫ
ВДОЛЬ ВОДОТОКА (ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА)**

Докт. техн. наук

А.К. Бишимбаев
А.К. Заурбекпи
М.С. Тлеубаева

Максимальный сток реки влияет на назначаемые размеры водоохранной зоны водотока, которые на современном уровне устанавливаются без учета положительных и отрицательных последствий в окружающей среде. Авторами предложена четырехступенчатая методика по обоснованию размера водоохранной зоны и установлено ее оптимальное значение ширины в бассейне реки Талас.

Динамика использования водноземельных ресурсов бассейнов рек Шу, Талас и Асса и в целом Казахстана показывает, что потребности в воде отраслей водного хозяйства с каждым периодом все более возрастают. До последнего времени эти потребности удовлетворяются за счет экстенсивного использования объема поверхностных вод, что нарушает экологическое равновесие (экологическую устойчивость) на нижних участках рек. В результате народное хозяйство в целом претерпевает значительные ущербы.

Удовлетворение растущих потребностей в воде различных отраслей экономики с одной стороны и сохранение природной среды в бассейнах рек всегда находятся в противоречии, поэтому согласование их является актуальной проблемой.

Анализ использования водноземельных ресурсов бассейнов рек показывает, что уже в настоящее время нет свободных водных ресурсов. При таком фактическом уровне использования водных ресурсов рек (почти 100%-е использование стока реки), наряду с вопросами охраны водных ресурсов от истощения, также необходимо проводить мероприятия по охране водных ресурсов от загрязнения. Одним из главных направлений мероприятий охраны водных ресурсов от загрязнения являются вопросы назначения водоохранной зоны и прибрежных водоохранных полос.

Таким образом, вопросы назначения водоохранных зон и прибрежных водоохранных полос вдоль водотоков относятся к проблемам охраны окружающей среды и непосредственным образом влияют на состояние агроэкосистем. Вопросы назначения водоохранных и прибрежных водоохранных полос посвящены исследования [1-8 и др.].

Согласно методике [8] размеры прибрежных водоохранных полос устанавливаются как ширина реки при прохождении максимального расхода 1%-ой обеспеченности. Максимальные расходы реки Талас в зоне влияния Кировского водохранилища формируются размерами расхода воды, сбрасываемого из водохранилища.

Сбросные сооружения Кировского водохранилища рассчитаны на пропуск максимального расхода 0,1%-ой обеспеченности (II класс капитальности сооружений). Проверочные расчеты выполняются на максимальный расход 0,01%-ой обеспеченности [9].

Расчеты максимального стока можно осуществлять на основе фактических наблюдаемых материалов по гидрологическому посту с Кировское, т.к. приток в Кировское водохранилище фиксируется на указанном гидрологическом посту.

В последующем на основе максимального расхода 1%-ой обеспеченности реки Талас в створе с Кировское устанавливаем максимальные расходы реки Талас в створах гидрологических постов, размещенных в зоне влияния Кировского водохранилища.

Максимальный расход реки расчетной обеспеченности Q_r^{\max} [9]:

$$Q_r^{\max} = Q_d^{\max} \cdot K_r, \quad (1)$$

где: Q_d^{\max} - среднегодовое значение (норма) максимального стока реки Талас, м³/с; K_r - модульный коэффициент стока реки:

$$K_r = f(C_v, C_s, P\%), \quad (2)$$

где: C_v - коэффициент вариации максимального стока; C_s - коэффициент асимметрии стока; P - обеспеченность стока, %.

Ширину реки в створах гидрологических постов определяют на основе соответствующих графиков, показывающих зависимость уровня воды, площади живого сечения, скорости течения воды и ширины реки от расхода воды в анализируемом поперечнике. Откуда можно получить ширину водоохранной зоны в створах размещения гидрологических постов.

Вопросы назначения водоохранных зон и прибрежных водоохранных полос вдоль водотока зависят от ее гидрологического режима за многолетний период. В настоящее время гидрологические режимы водных источников почти повсеместно подвержены влиянию хозяйст-

венной деятельности человека, но еще встречаются участки рек, сохранившие естественный гидрологический режим. С другой стороны, принципы назначения водоохранных зон зависят от наличия и размещения водохозяйственных объектов по длине водотока и степени зарегулированности стоков.

В действительности, принципы назначения водоохранных зон и прибрежных водоохранных полос зависят от размеров максимального расхода.

Размеры максимального расхода, даже в случаях водохозяйственного освоения водно-земельных ресурсов бассейнов рек по длине водотока, практически остаются в тех же размерах, что и в случаях естественного режима стока реки. Таким образом, практически не зависят от степени использования водных ресурсов реки. (В принципе прямым образом должен зависеть от наличия регулирующих емкостей на водном источнике, во вторую очередь от тактики управления максимальным стоком, достоверности долгосрочных и краткосрочных гидрологических прогнозов).

Если не принимать во внимание наличие регулирующих емкостей и исходить из полной недостоверности гидрологических прогнозов по максимальному стоку (в настоящее время, так и нужно поступать, в таком случае, неувязки в измерениях максимального стока идут в запас прочности и в какой-то мере увеличивают надежность расчетов), то в таком случае, размеры максимального стока в зоне влияния антропогенной деятельности идентичны размерам максимального стока наблюдающихся в естественных условиях.

В качестве исходных данных для назначения водоохранных зон и прибрежных водоохранных полос можно использовать материалы Казгидромета по разным створам вдоль водотока, опубликованные в «Водном кадастре». Отметка уровня воды и необходимая ширина водоохранной зоны устанавливается на основе поперечного профиля реки в рассматриваемом створе.

К настоящему времени принцип назначения водоохранных зон необходимо пересмотреть. За основу выбора ширины водоохранной зоны нужно принимать технико-экономические расчеты. Предлагается следующая методика обоснования водоохранных зон в бассейне реки, которая состоит из четырех этапов.

На первом этапе рассчитываются размеры максимального стока реки различной обеспеченности и соответствующие им ширина водоохранной полосы. Необходимо учесть, что это ширина вдоль реки непостоянна. Таким образом, получают кривую обеспеченности размеров водоохранных полос (водоохранной зоны). Задача решается методами инженерной гидрологии и не представляет сложной проблемы.

На втором этапе устанавливают размеры сельскохозяйственных угодий, выводимые из оборота. То есть рассчитывается ущерб народ-

ному хозяйству от невозможности использования выводимых из оборота сельскохозяйственных земель, попавших в водоохранную зону.

На третьем этапе рассчитывается ущерб от наводнения из условия, что не предусматривается водоохранная зона (водоохранная полоса). Чем больше ширина водоохранной полосы (водоохранной зоны), тем меньше ущерб от наводнения. К тому же необходимо учитывать и положительные последствия промывки речной долины (улучшение качества воды, сохранение естественных ландшафтов, экологических и рекреационных условий и др.).

В завершение, на четвертом этапе суммируют ущербы и определяют народнохозяйственный ущерб. Минимальное значение народнохозяйственного ущерба соответствует оптимальному значению - ширине водоохранной зоны (водоохранной полосы). По оптимальному значению ширины водоохранной полосы (водоохранной зоны) можно установить и оптимальное значение обеспеченности максимального стока.

Расчеты выполнены для бассейна реки Талас. Максимальные расходы реки Талас в створе с.Кировское при $P = 0,001 \%$, $Q_{0,001}^{\max} = 427,5 \text{ м}^3/\text{с}$; $P = 0,01 \%$, $Q_{0,01}^{\max} = 375 \text{ м}^3/\text{с}$; $P = 0,1 \%$, $Q_{0,1}^{\max} = 319 \text{ м}^3/\text{с}$; $P = 0,5 \%$, $Q_{0,5}^{\max} = 276 \text{ м}^3/\text{с}$; $P = 1 \%$, $Q_1^{\max} = 258 \text{ м}^3/\text{с}$.

Ширина водоохранной зоны (водоохранной полосы) устанавливалась по зависимости:

$$B_{вз} = B_y^{P\%} + 15, \quad (3)$$

где: $B_{вз}$ - ширина водоохранной зоны (водоохранной полосы), м;
 $B_y^{P\%}$ - ширина русла реки по урезу воды при прохождении максимального расхода $P\%$ -ой обеспеченности, м; 15 - отчуждаемая минимальная ширина от урезов воды при расчетной обеспеченности, м.

Результаты расчетов по установленным размерам земель, изымаемых из оборота при разных вариантах ширины водоохранной зоны (водоохранной полосы) приведены в таблице. Оценка отрицательных последствий и положительных влияний от создания водоохранных зон (водоохранных полос) вдоль водотока, принимается следующим образом.

К отрицательным последствиям относятся:

- Изъятия земель из хозяйственного оборота;
- Невозможность использования земель для хозяйственного и индивидуального строительства и др.

К положительным факторам относятся:

- Улучшение качества воды (промывка речной долины, предотвращение засорения, заиления и охрана воды от загрязнения);

- Предотвращение эрозии земель вдоль водотока в пределах выделенной водоохранной зоны;
- Предотвращение ущерба от наводнения в пойменных участках рек;
- Сохранение естественного ландшафта и рекреационной ценности в пределах выделенной полосы вдоль водотока (экологические и социальные эффекты);
- Возможность использования сенокосных и естественных кормовых угодий в естественном виде и др.

Размеры изымаемых из оборота площадей пашен, сенокосов, естественных кормовых угодий, лесополос, кустарников и прочих требуют своего уточнения. В примере эти данные получены расчетами, косвенным путем.

Ущерб от изъятия земель рассчитаны следующим образом.

Ущерб от изъятия пашен определены как:

$$Y_p = \Omega_p \cdot \varpi_p^{10}, \quad (4)$$

где Ω_p – площадь пашен, га; ϖ_p^{10} – экономическая оценка сельскохозяйственных земель пахотных земель (удельная), тг/га. Размеры экономической оценки сельскохозяйственных земель заимствованы из [10]: ϖ_p^{10} – 2604 руб/га. Результаты расчетов приведены в таблице.

Ущерб от изъятия естественных кормовых угодий ($Y_{к.у.}$):

$$Y_{к.у.} = \Omega_{к.у.} \cdot \varpi_{к.у.}^{10}, \quad (5)$$

где: $\Omega_{к.у.}$ – площадь кормовых угодий, га; $\varpi_{к.у.}^{10}$ – экономическая оценка сельскохозяйственных земель (естественных кормовых угодий, удельная), руб. Заимствован из работы [10]: $\varpi_{к.у.}^{10} = 1229$ руб/га.

Ущерб от изъятия лесополос и кустарников очевидно можно определить по зависимостям, идентичным (4) и (5). Ущерб от отчуждения лесополос в два раза выше, чем пашни [11].

Экономическая оценка заливных лугов – 1800 руб/га.

Ущерб от изъятий прочих видов земель (в расчете на 1 гектар) принимается в пределах 0,3...0,5 от ущерба изъятия пахотных земель.

К одному из отрицательных факторов назначения водоохранных зон относятся отчуждения основных фондов (строений, сооружений и др.), а также лишения возможности ведения градостроительства, индивидуального строительства и каких-либо других строений в данной зоне.

Оценка отчуждения основных фондов, обусловленного созданием водоохраных зон, сводится к расчету стоимости их переустройства по типовым проектам, на основе полного учета действующих нормативов по архитектурно-планировочным, строительным, конструктивным и технологическим вопросам, включая благоустройства, внешние и внутренние инженерные сети, коммуникации и др. [10].

Оценка выноса, восстановления, компенсации жилых домов, благоустройства новых мест вселений, а также восстановления дорого, линий электропередач, связи, радиофикаций, трубопроводов, газопроводов и кабелей требует детальных проработок фактических материалов по рассматриваемым вариантам размеров водоохраных зон в бассейне реки Талас ниже створа г. Тараза.

Для расчета приняты 2,00% площадей водоохраных зон, занятых основными фондами. Из них: 60% индивидуальные жилые дома, остальные площади приходятся на автомобильные дороги с отчуждаемой полосой (20%) и линиям связи с отчуждаемой полосой (10%).

Тогда ущербы от отчуждения основных фондов (Y_{OF}):

$$Y_{OF} = Y_{ИД} + Y_{АД} + Y_{ЛЭ} + Y_{ЛС}, \quad (6)$$

где: Y_{OF} – ущерб от отчуждения основных фондов; $Y_{ИД}$ – ущерб от отчуждения индивидуальных домов; $Y_{АД}$ – ущерб от отчуждения автомобильных дорог; $Y_{ЛЭ}$ – ущерб от отчуждения линий электропередач; $Y_{ЛС}$ – ущерб от отчуждения линий связи.

Ущерб от отчуждения индивидуальных домов:

$$Y_{ИД} = \Omega_{ИД} \cdot \omega_{ИД}^{ин} \cdot K, \quad (7)$$

где: $\omega_{ИД}^{ин}$ – удельные показатели выноса индивидуальных жилых домов из водоохранной зоны, руб/км²; $\Omega_{ИД}$ – территория, занимаемая индивидуальными жилыми домами, км²; K – переходные коэффициенты для вариантов восстановления и компенсации жилых домов.

Ущерб от отчуждения автомобильных дорог ($Y_{АД}$):

$$Y_{АД} = \omega_{АД}^{ин} \cdot L_{АД}, \quad (8)$$

где: $\omega_{АД}^{ин}$ – укрупненные показатели восстановления автомобильных дорог (удельные), руб/км /10/; $L_{АД}$ – протяженность автомобильных дорог, км.

Ущерб от отчуждения линий электропередач ($Y_{л.э.}$):

$$Y_{л.э.} = \omega_{л.э.}^{м} \cdot L_{л.э.}, \quad (9)$$

где: $\omega_{л.э.}^{м}$ - укрупненные показатели восстановления линий электропередач (удельные), руб/км /10/; $L_{л.э.}$ - протяженность линий электропередач, км.

Ущерб от отчуждения линий связи ($Y_{л.с.}$) определяется по формуле, идентичной (8) и (9).

Оценка отчуждения земель под индивидуальное строительство жилых домов ($Y_{и.с.}$) и под хозяйственное строительство ($Y_{х.с.}$) должна осуществляться очевидно, как отчуждение сельскохозяйственных земель, причем должно учитываться качество отчуждаемых земель и, очевидно, необходимо вводить поправочные коэффициенты ($K_{и.с.} = 1.5 \dots 2.0$), ($K_{х.с.} = 1.1 \dots 1.6$). Тогда:

$$Y_{и.с.} = \Omega_{и.с.} \cdot \omega_{и.с.}^{м} \cdot K_{и.с.}; \quad (10)$$

$$Y_{х.с.} = \Omega_{х.с.} \cdot \omega_{х.с.}^{м} \cdot K_{х.с.}, \quad (11)$$

где: $\Omega_{и.с.}$, $\Omega_{х.с.}$ - площадь земель, отводимых под индивидуальное и хозяйственное строительство, га; $\omega_{х.с.}^{м}$, $\omega_{и.с.}^{м}$ - экономическая оценка сельскохозяйственных земель (удельная), руб/га /10/.

Результаты расчетов сведены в таблицу. При назначении водоохраных зон ущербы от загрязнения, засорения и заиления принимаются, как предотвращенный ущерб.

Необходимо принимать во внимание, что назначение водоохраных зон может предотвращать засорения, заиления и загрязнения, возникающие только от выпадения атмосферных осадков (дождь, таяние снега, может быть их совместное действие), то есть защищает водоток от непосредственного поступления продуктов водной эрозии в русле реки (иногда защищает и от водохозяйственной деятельности человека. К примеру, от нерастворенных остатков минерального и органических удобрений, выносимых с полей орошения, как в пределах вегетационного, так и вневегетационного периода; от смыва и продуктов выветривания отходов хозяйственной деятельности человека с территорий непосредственно, граничащих с водоохранной зоной прибрежных районов и другие).

На настоящее время данные для расчета ущербов от загрязнения, засорения и заиления отсутствуют. Размеры их можно установить расчетами, косвенным путем. Например, в качестве исходных данных можно использовать минерализацию воды в источнике (разностное значение между минерализациями воды в вегетационный и вневегетационный периоды).

В целом, ущерб от загрязнения (предотвращенный ущерб):

$$Y_3 = M_3 \cdot Z_3^m, \quad (12)$$

где: Y_3 - ущерб от загрязнения (предотвращенный ущерб от загрязнения); M_3 - масса загрязняющих веществ; Z_3^m - удельный ущерб от загрязнения.

Предотвращение ущерба от наводнений включает: сохранение основных фондов, индивидуального жилищного сектора и других архитектурно-планировочных объектов и сооружений, автомобильных и железных дорог, линий электропередач, линий связи и другие.

В наших расчетах в качестве положительного эффекта приняты суммарные ущербы от невозможности хозяйственного использования (таблица).

Положительный эффект от создания водоохраных зон (продуктивность сенокосов, использование естественных кормовых угодий, лесополос и кустарников) приняты в тех же размерах, что были приняты в расчетах по установлению ущерба (отрицательные последствия), так как режим использования указанных угодий в обоих случаях не изменяется (т.е. в случаях создания или отсутствия водоохраных зон).

Социальный эффект от создания водоохраных зон выражается в сохранении естественного ландшафта, рекреационных условий в прибрежной полосе водоема и способствовании поддержанию биологической продуктивности самого водотока, возможности поддержания экологического равновесия в целом по бассейну реки (растительного и животного мира и другие).

Рассчитать социальный эффект детально невозможно. Но можно воспользоваться следующими предложениями. Сохранение естественного ландшафта, естественных природных условий, стимулирует повышение производительности труда:

$$\mathcal{E}_C = \mu \cdot d_{\text{раб.}} \cdot N_{\text{раб.}}, \quad (13)$$

где μ - коэффициент, учитывающий повышение производительности труда в результате сохранения естественного ландшафта; $d_{\text{раб.}}$ - среднемесячная выработка работника, тг; $N_{\text{раб.}}$ - количество работников (трудовые ресурсы в данном регионе), воспользовавшиеся рекреационными условиями данного бассейна за год, чел.

Улучшение биологической продуктивности водотока \mathcal{E}_B оценивается по зависимости:

$$\mathcal{E}_B = X \cdot V_{\text{Р.Х.}} \cdot \mathcal{C}_{\text{Р.Х.}}, \quad (14)$$

где: $V_{\text{Р.Х.}}$ - общая валовая продукция рыбного хозяйства по бассейну реки Талас (в пределах Казахстана), ц; X - улучшение экологиче-

Таблица

Расчет оптимального размера ширины водоохранной зоны (водоохранной полосы)
в бассейне реки Талас ниже створа г.Тараза (укрупненные расчеты)

Гидрологический пост	Обеспеченность максимального стока P, %	Ширина водоохранной зоны B, м	Отрицательные последствия								
			изымаемая площадь земель, тыс.га						ущерб от изъятия, млн.тг		
			всего	пашни	сенокосы	естественные кормовые угодья	лесолосы, кустарники	прочие	пашни	сенокосы	естественные кормовые угодья
1	2	3									
г.Тараз	1	50	2,237	0	0	1,0	1,0	0,237	0	0	1,229
	0,1	100	4,474	1,0	0,2	1,6	1,2	0,474	2,604	0,260	1,966
	0,01	300	13,080	3,0	4,0	3,5	1,5	1,080	7,812	5,208	4,302
	0,001	1000	43,600	10,0	10,0	20,5	1,5	1,600	26,040	13,020	25,194

Подсумки по таблице

Отрицательные последствия									
ущерб от изъятия, млн.тг			невозможность хозяйственного использования, млн.тг.					ущерб от наводнения, млн.тг	всего ущерб, млн.тг
лесополосы	прочих	итого	хозяйственного строительства	индивидуального строительства	отчуждения основных фондов	прочих	итого		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
5,208	0,146	6,583	0,22	0,44	8,23	0,11	9,050	167,510	183,143
6,250	0,291	11,371	0,45	0,90	16,55	0,22	18,120	158,440	187,931
7,812	0,664	25,798	1,31	2,62	48,40	0,60	52,93	123,630	202,358
7,812	0,983	72,066	4,36	8,72	161,30	2,18	176,56	0	248,626

Продолжение таблицы

Положительные последствия								
улучшение качества воды, млн.т					положительный эффект, млн.тг			
заиления и засорения	предот- вращение эрозий	загрязнения	итого	предот- вращен- ный ущерб	сенокосы	естествен- ных кормо- вых угодий	лесополосы и кустарни- ки	итого
23	24	25	26	27	28	29	30	31
2,02	0,22	0,19	2,43	9,050	0	1,229	5,208	6,437
3,02	0,33	0,29	3,64	18,120	0,260	1,966	6,250	8,476
4,03	0,44	0,38	4,85	52,930	5,208	4,302	7,812	17,322
5,04	0,55	0,48	6,07	176,560	13,020	25,194	7,812	46,026

Окончание таблицы

Положительные воздействия					
социальные факторы, млн.тг			всего выгода	эффект (выгода); (минус: ущерб), млн.тг	примечание
естественный ландшафт, рекреация	другие факторы	итого			
32	33	34	35	36	37
15,0	0,03	15,03	32,947	-150,196	
45,0	0,10	45,10	75,336	-112,595	
90,0	0,19	90,19	165,292	-37,066	
150,0	0,32	150,32	378,976	130,350	

ских условий для рыбного хозяйства: $X=5 \dots 25\%$; $C_{рх}$ – реализационная цена рыбного хозяйства, тг/ц.

Результирующие показатели показывают, что явно выраженную оптимальную ширину водоохранной зоны нельзя установить. Однако, можно утверждать, что при низких значениях ширины водоохранной зоны вышеназванный эффект быстро нарастает. Затем, приращение эффекта постепенно затухает. За наилучшую зону можно включить: размеры водоохранных зон в пределах 400...700м.

Выводы:

Назначаемые размеры водоохранных зон вдоль водотока в основном зависят от размеров фиксируемого максимального стока реки, а те в первую очередь зависят от естественных природных условий и во вторую очередь, от уровня использования водно-земельных ресурсов степени зарегулирования стока бассейна реки, а также тактики управления водными ресурсами бассейна реки. Размеры водоохранных зон и прибрежных водоохранных полос на настоящее время устанавливаются без технико-экономических обоснований. Имеются только отдельные предложения, подчеркивающие необходимость правильного определения границ зоны санитарной охраны для водозабора подземных вод.

Предлагаемая методика по технико-экономическому обоснованию размера водоохранной зоны состоит из четырех этапов. На первом этапе рассчитываются размеры максимального стока реки различной обеспеченности и соответствующая им ширина водоохранной зоны. На втором этапе устанавливаются размеры сельскохозяйственных угодий, выводимые из оборота и рассчитывается ущерб народному хозяйству от невозможности использования выводимых из оборота сельскохозяйственных земель. На третьем этапе рассчитывается ущерб от наводнения из условия, что не предусматривается водоохранная зона. Чем больше ширина водоохранной зоны, тем меньше ущерб от наводнения. В завершение, на четвертом этапе суммируют ущербы (с учетом их знаков) и определяют народнохозяйственный ущерб (эффект). Минимальная величина народнохозяйственного ущерба (максимального значения эффекта) соответствует оптимальному значению – ширине водоохранной зоны.

На основе укрупненных расчетов установлено, что оптимальное значение ширины водоохранной зоны в бассейне реки Талас (в пределах Казахстана) находится в пределах 400...700 м.

Литература

1. Авакян А.Б., Корнилов Б.А., Крылов М.П., Эльпинер Л.И. Современные подходы к установлению водоохранных зон. // Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов Верхневолжья. Тезисы докладов Всесоюзного совещания. Калинин, 3-5 сентября 1980. – М.: Наука, 1980. – С.65-66.

2. ВСН 38-2.2.02-86. Мелиоративные системы и сооружения. Оросительные системы с использованием сточных вод. Нормы проектирования. – М.: МмиВХ СССР. – 1986. – С.86.
3. Маслоп Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – С.272.
4. Нешиховский Р.А. Гидролого-экономические основы водного хозяйства. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – С.230.
5. Справочник по составлению раздела проекта /рабочего проекта/ «Охрана окружающей среды»/к СНиП 02.01-85/.– М.:ЦНИИпроект, 1988.С.187.
6. Рекомендации по установлению водоохраных зон водохранилищ. – Харьков: ВНИИВО, 1982. – С.16.
7. Рекомендации по установлению водсохранных зон малых рек. – Харьков: ВНИИВО, 1982. – С.14.
8. Руководство по разработке раздела «Охрана природы» в составе проекта мелиорации земель. ВТР – II. 2.30-80. – М.: ВНИИГиМ, 1980. – С.58.
9. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – С. 36.
10. Воробьев Б.В., Косолапов Л.А. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 272.
11. Экономические проблемы среды оптимизации водоохранной деятельности. /Под редакцией Е.П.Ушакова. – М.: Наука, 1987. С.176.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ӨЗЕН БОЙЫНДАҒЫ СУ ҚОРҒАУ АЙМАҒЫН НЕГІЗДЕУ (ЕСЕПТЕУ ЖҮЙЕСІ ПРИНЦИПТЕРІ)

Техн. ғыл. докт.

Ө.Қ. Бишімбаев
А.К. Заурбеков
М.С. Тілеубаева

Өте жоғарыдан ағу, езеннің су қорғау аймағынын өлшемін белгілеуге әсер етеді, дегенмен қазіргі кезеңде оның мөлшері қоршаған ортада байқалатын оңды және теріс әсерлерді ескерусіз анықталады. Авторлар су қорғау аймағынын өлшемін негіздеуге мүмкіндік беретін тәрт сатылық әдістеме ұсынған және онын өте тиымды өлшемін анықтау Талас езені алабында іске асырылған.

УДК 502.3:675.02

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРАБОТАННЫХ
РАСТВОРОВ КОЛЛАГЕНПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Докт. техн. наук	К. Бейсеуов
Канд. физ-мат. наук	Е. Сыргалиев
Канд. техн. наук	Ж. Керимкул
	Е. Ж. Усенбеков
	К. К. Бейсеусва

В работе приведены данные о составе отработанных технологических растворов в подготовительных и основных процессах кожевенного производства.

Главной задачей промышленной экологии является адаптация промышленного производства к правильному функционированию и устойчивому равновесию природных систем. Решение этой задачи достигается оптимизацией технологии производства и природопользования путем создания экологически обусловленных технологий (эко-технологий) во всех отраслях промышленности. При этом экотехнологии совмещают в себе принципы энерго- и ресурсосберегающих, мало- и безотходных технологий.

Традиционные технологии переработки коллагенсодержащего сырья и его отходов, используемые в настоящее время многими предприятиями, в соответствии с экологическими критериями, относятся к экологически несостоятельным. Это связано с тем, что природоохранные мероприятия с их использованием основываются на экстенсивных методах борьбы с загрязнениями, основанные на очистке сточных вод и захоронении большинства твердых не утилизируемых отходов (шлам, ил), не устраняющие угрозы окружающей среде.

Типовые экотехнологии переработки коллагенсодержащего сырья и его отходов, разработанные в последние годы, и внедренные на некоторых предприятиях, существенно повышают природоохранную эффективность этих технологий. Они включают: использование безводных способов обработки, уменьшения жидкостного коэффициента, совмещение некоторых процессов в едином режиме, уменьшения расхода химических материалов, применения новых экологически безо-

пасных веществ и материалов, многократное использования отработанных растворов, рекуперация химических реактивов из отработанных растворов для повторного использования, внедрения в некоторых процессах замкнутого цикла водоснабжения, уменьшение ХПК, БПК₅, токсичности отработанных растворов. Эти технологии позволяют значительно уменьшить напряженность работы очистных сооружений (химической и биологической очистки) и рационально использовать водные ресурсы.

Принимая во внимание, что мировая кожевенная промышленность перерабатывает в год 4,8 млн. тонн крупных шкур и расход воды около 65 м³ на 1 тонну сырья, получим, что необходимое количество воды будет 300 млн.м³. Добавим к тому воду, расходуемую на переработку мелких шкур (овец, коз - 400 л/шт.), получим 150 млн.м³ [1]. Общее количество воды составит 450 млн.м³ в год.

Из них 60%, или 270 млн.м³, приходится на подготовительные процессы и 40%, или 180 млн.м³ - на преддубильные, собственно дубление и красильно-жировальные процессы.

В таблице 1 приводится усредненная характеристика производственных стоков, образующихся при переработке 1 тонны сырья крупного рогатого скота на выпуск мягких кож [2].

Таблица 1

**Характеристика отработанных технологических растворов
в производстве мягких кож из шкур крупного рогатого скота
по группам процессов**

Параметр	Всего на 1 тонну сырья	Отмока	Обезглашивание, зольение	Обезглавление, мягчение	Пикелевание, дубление	Красильно-жировальные процессы
БПК ₅ , кг	75-90	7,5-9,0	52-63	2,5	1	11,5-14,5
%	100	10	70	3	1,2	15
ХПК, кг	200-220	30-33	110-120	6	2	50-58
%	100	15	55	3	1	25
Окисляемость, кг	110-130	14-17	70-82			14-17
%	100	13	64			23
Взвесь, кг	140	7	77			56
%	100	5	55			40
Засоление, кг	250-350	150-210		20-30	60-90	17-25
%	100	60		8	25	7
Токсичность экв.	2,5		1,9			
%	100		76		0,6 24	
Вода, м ³	65	15	22	15	1	12
%	100	23	34	23	1,5	18,5

Теоретический анализ экологических показателей отработанных технологических растворов дает основание утверждать, что:

- стоки после отмоки и подготовительных процессов несут в себе более половины нечистот, составляющими которых являются продукты обработки шкур и неиспользованные химические материалы; эти стоки являются наиболее токсичными, засоленными, мутными, велики по объему и имеют наибольшее содержание нерастворимых веществ органического и неорганического происхождения; токсичность их обусловлена высоким содержанием сульфидов, деградированными белками и, прежде всего, кератиновыми, особенно при использовании технологий, предусматривающей уничтожение волоса;
- стоки после красильно-жировальных процессов занимают следующее место по тем самым показателям;
- стоки после хромового дубления являются токсичными из-за содержания в них растворимых соединений хрома III и нейтральных солей, но при этом не отличаются высокими значениями показателей.

Следует помнить, что деградированные кератины, как и сульфиды, обладают сильным токсичным действием и по существу являются ядами по отношению к живым организмам различного происхождения.

Кожевенная промышленность потребляет ежегодно 65 тыс. тонн соединений хрома. По данным BLMRA (British Leather Manufacturers' Research Association) из этого количества 20 тыс. тонн переходит в изделия, остальное - теряется с отходами. Причем 25 тыс. тонн сливается с отработанными растворами [3].

Влияя на состав и свойства природных вод, соединения хрома вызывают необратимые изменения в организмах растений и животных, а через них воздействуют на всю биосферу.

Считается, что CrVI более ядовит, чем CrIII. Однако в условиях природных вод возможны взаимные переходы. Хром VI легко восстанавливается до хром III в присутствии железа II, сульфитов, некоторых органических веществ, содержащих SH-группы.

Хром III быстро окисляется при наличии соединений марганца, кислорода, под действием света, особенно УФ излучения.

Действие хрома во всех случаях приводит к ухудшению показателей обмена веществ. Эти изменения особенно выражены в печени [4]. Сравнительные опыты, проведенные на белых мышах и крысах, свидетельствуют о том, что параметры токсичности в пересчете на элемент существенно не отличаются. Как бы там ни было, результаты исследований свидетельствуют о том, что токсичность растворимых соединений хрома III значительно выше, чем предполагалось ранее.

В таблице 2 представлены данные анализа отработанного раствора после типового процесса хромового дубления.

Характеристика отработанного дубильного раствора

Показатели	Концентрация, г/л
Хром	6,26
Кислотность	15,00
Жир	6,31
Хлориды	18,2
Сухой остаток/общ/	116,20
Взвесь	3,76
Азот по Кьельдалю	1,11
БПК ₅ /20 °С/	4,92
ХПК	18,90
РН	3,3

Следует учитывать и то, что потерями такого количества хрома отработанными растворами нельзя пренебречь не только с точки зрения потребления и токсичности, но также и с точки зрения его большой стоимости (800 - 1000 \$ USA за 1 тонну).

Большая часть кожевенных заводов не обладает отдельной канализацией технологических растворов, что затрудняет, а точнее, не позволяет проводить эффективную рекуперацию применяемых материалов. Это приводит к неоправданно большому их потреблению и засорению окружающей среды.

Растворы смешиваются перед сбросом, освобождаются от механических включений и направляются на локальную станцию предварительной очистки.

В нижеследующей таблице 3 приведены типичные данные, представленные Французским техническим кожевенным центром (СТС) и Американским агентством охраны окружающей среды (EPA), характеризующие смесь отработанных технологических растворов, образующуюся при переработке одной тонны крупного кожевенного сырья и направляемую на локальную станцию очистки перед сбросом [5.6].

Таблица 3

Характеристика производственных стоков

Показатели (кг)	СТС	EPA
БПК ₅ /20 °С/	75-95	95
ХПК	200-220	260
Окисляемые вещества <u>2БПК₅ + ХПК</u>	110-130	-
Взвесь	140	140
Сельность	250-350	-
Токсичность в экв.токс. /по тесту на дафнии/	2,5	-
Сульфиды	9	8,5
Хром	6	4,3
Объем	65000	53000

Для сравнения в таблице 4 приведем требования к стокам, сбрасываемым в городской коллектор и среду обитания.

Таблица 4

Требования к стокам

Показатели	Требования	
	растворы, сбрасываемые в городской коллектор, мг/дм ³	очищенные воды, сбрасываемые в среду обитания, мг/дм ³
Взвеси	<300	<20
БПК ₅	<300	<10
ХПК		<75
Азот (NH ₃)	<150	<10
Хром (Cr ³⁺)	<0,2	<0,2
Сульфиды (S ²⁻)	<1,0	<0,1
Фенолы	<5	<0,1
Жирные вещества	<60	-
Кислород		>5
pH	6-10	6,5-8,5
Температура °С	<30	<30

Из приведенных данных видно, что до недавнего времени не все кожаные предприятия обращали внимание на такие показатели, как температура, pH, содержание азота, кислорода. Ужесточение требований служб по надзору за состоянием сточных вод заставляет нас вновь возвращаться к проблеме восстановления экологического равновесия путем сокращения потребления и повышения использования химических материалов в технологических процессах.

Литература

1. British Leather Manufacturer's Research Association. Northampton, U.K., 1987.
2. Бейсеуов К.Б. Новое в минеральном дублении кож. -М.: Легпромбытиздат, 1993, 128 с.
3. Бейсеуов К.Б., Сыргалиев Е.О., Усенбеков Е.Ж. Экологическая характеристика производства кожи и меха. //Тауар, Алматы, 1998, №4, сс.22-25.
4. Davis M.N., Scroggie J.G. Recyclage direct des bains de chrome, Technicuz 14, 1980, № 4, pp 52-60
5. Labert N.P. Recycling in the tanning industry, JSLTC, v.69, 1980, pp. 89-103.
6. Lucr W. High exhaustion tannage as alternation to recycling for efficient chrome utilization, JALCA, № 4, 1983, 90-105.

Таразский Государственный университет им.М.Х.Дулати
Южно-Казахстанский Государственный университет им.М.Ауезова

КОЛЛАГЕНӨНДЕУ ӨНДІРІСІНДЕГІ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Техн. ғыл. докт.	Қ. Бейсеуов
Физ-мат. ғыл. канд.	Е. Сырғалиев
Техн. ғыл. канд.	Ж. Керімкүл
	Е. Ж. Усенбеков
	К. К. Бейсеуова

Бұл жұмыста былғары өндірісінің дайындық және негізгі процестерінің пайдаланылған технологиялық ерітінділерінің құрамы туралы мәліметтер келтірілген.

УДК 502.7

**КОМПЛЕКТОВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО
ПАРКА С УЧЕТОМ НАИМЕНЬШЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

Канд. техн. наук	Е.О.Омаров
Канд. техн. наук	М.Н.Сенников
Канд. сельхоз. наук	Г.Е.Омарова

В работе описаны наиболее эффективные методы планирования годовых объемов полевых механизированных работ, занятости механизаторов, особенности применяемых технологий и с учетом наименьшего воздействия на земельные ресурсы.

Составление годового плана полевых механизированных работ инженеры хозяйства с участием агрономов и экономистов определяют требуемое количество машинно-тракторных агрегатов для выполнения каждого вида работ. При этом подбирают такие машины и агрегаты, которые обеспечивают высокое качество работ и низкую себестоимость их выполнения, так как от этого, в конечном счете, зависит рентабельность производства /1/.

Для определения требуемого количества агрегатов при составлении годового плана в хозяйстве используют графический метод, разработанный УНИИМЭСХ /2/. Сущность применяемого метода состоит в построении поточных сетевых диаграмм, представляющих три основных группы работ и состав парка для их выполнения.

Анализ структуры посевных площадей, видов и объемов механизированных работ показывает, что работы можно объединить в три группы: обработка почвы и внесение удобрений, сев и уход за растениями, уборка сельскохозяйственных культур. Каждую группу работ могут выполнять различные сочетания машин, образующие технологические линии. Совокупность всех технологических линий машин по каждой группе работ удобно представлять графическими поточными сетевыми диаграммами (рис. 1, 2, 3). Сетевые диаграммы представляют совокупность узлов, изображающих работы с нумерацией из годового плана, и линий, соединяющих узлов. Линиями обозначают технические средства, выполняющие каждый из видов работ. Марки машин

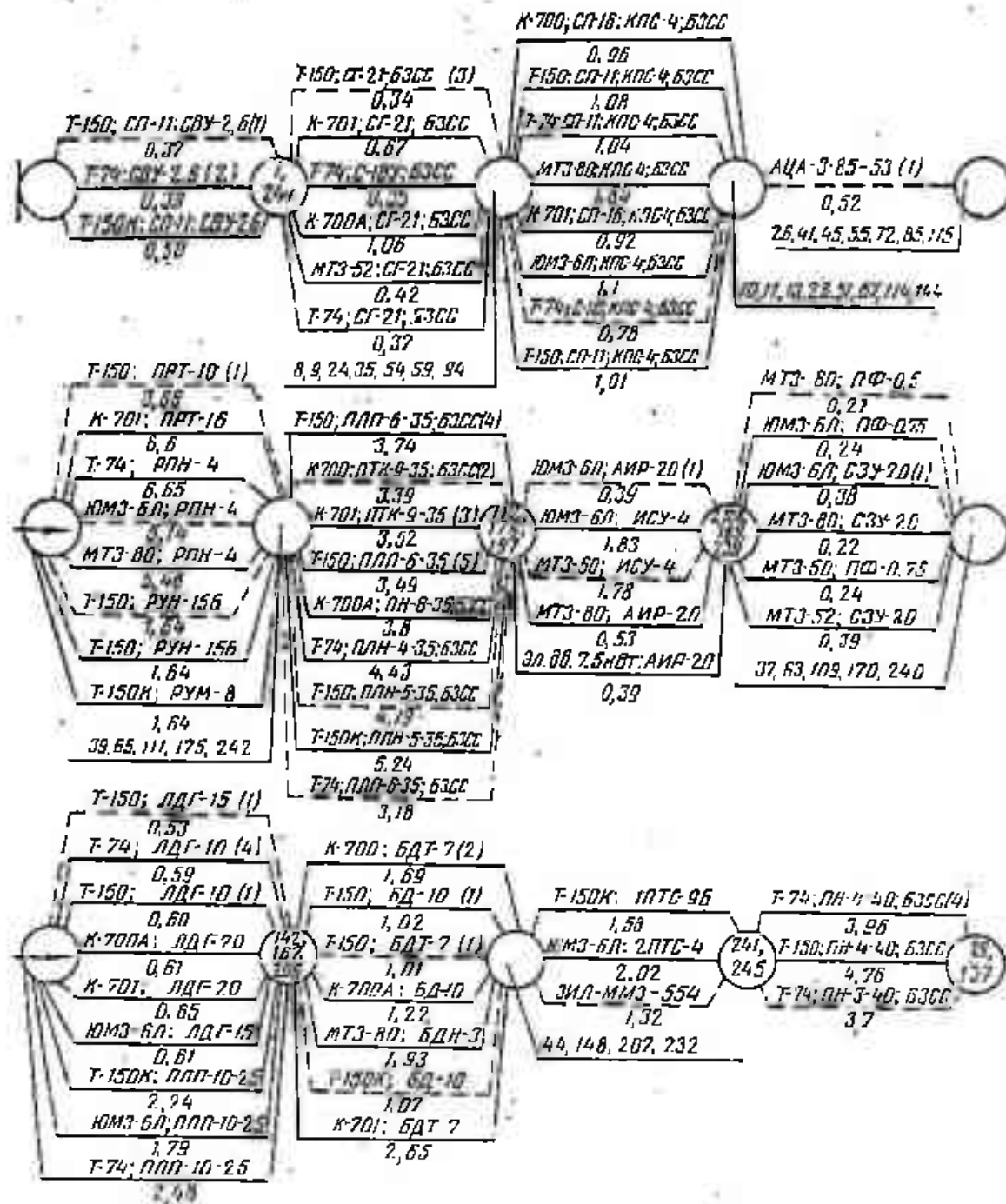


Рис. 1. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при основной обработке почвы и внесении удобрений: 1, 247 – снегозадержание; 8, 9, 24, 35, 54, 59, 94 – боронование; 10, 11, 13, 28, 51, 67, 114, 144 – культивация; 26, 41, 45, 55, 72, 85, 115 – транспортировка аммиачной воды; 13, 34, 46, 51, 213 – культивация с внесением аммиачной воды; 46 – шлейфование почвы; 25, 127, 173, 234 – погрузка органических удобрений; 39, 65, 111, 175, 242 – внесение органических удобрений; 112, 176, 197 – пахота; 2, 108, 169, 239 – растаривание минеральных удобрений; 37, 63, 109, 170, 240 – смешивание и погрузка минеральных удобрений; 64, 110, 245 – транспортировка минеральных удобрений; 39, 172 – внесение минеральных удобрений; 97, 113, 177 – выравнивание поверхности поля; 142, 167, 206 – лущение стерни; 44, 148, 207, 232 – дискование; 241, 245 – транспортировка; 29, 137 – пахота

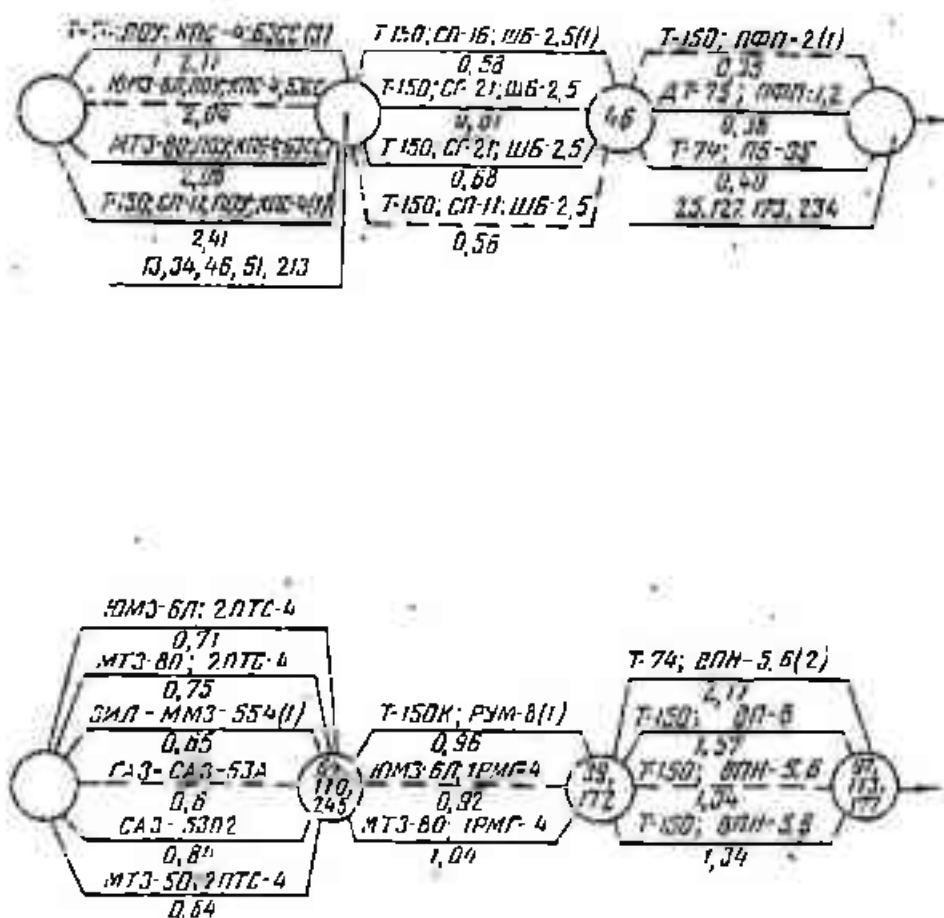


Рис. 1. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при основной обработке почвы и внесении удобрений: 1, 247 – снегозадержание; 8, 9, 24, 35, 54, 59, 94 – боронование; 10, 11, 13, 28, 51, 67, 114, 144 – культивация; 26, 41, 45, 55, 72, 85, 115 – транспортировка аммиачной воды; 13, 34, 46, 51, 213 – культивация с внесением аммиачной воды; 46 – шлейфование почвы; 25, 127, 173, 234 – погрузка органических удобрений; 39, 65, 111, 175, 242 – внесение органических удобрений; 112, 176, 197 – пахота; 2, 108, 169, 239 – растаривание минеральных удобрений; 37, 63, 109, 170, 240 – смешивание и погрузка минеральных удобрений; 64, 110, 245 – транспортировка минеральных удобрений; 39, 172 – внесение минеральных удобрений; 97, 113, 177 – выравнивание поверхности поля; 142, 167, 206 – лушение стерни; 44, 148, 207, 232 – дискование; 241, 245 – транспортировка; 29, 137 – пахота

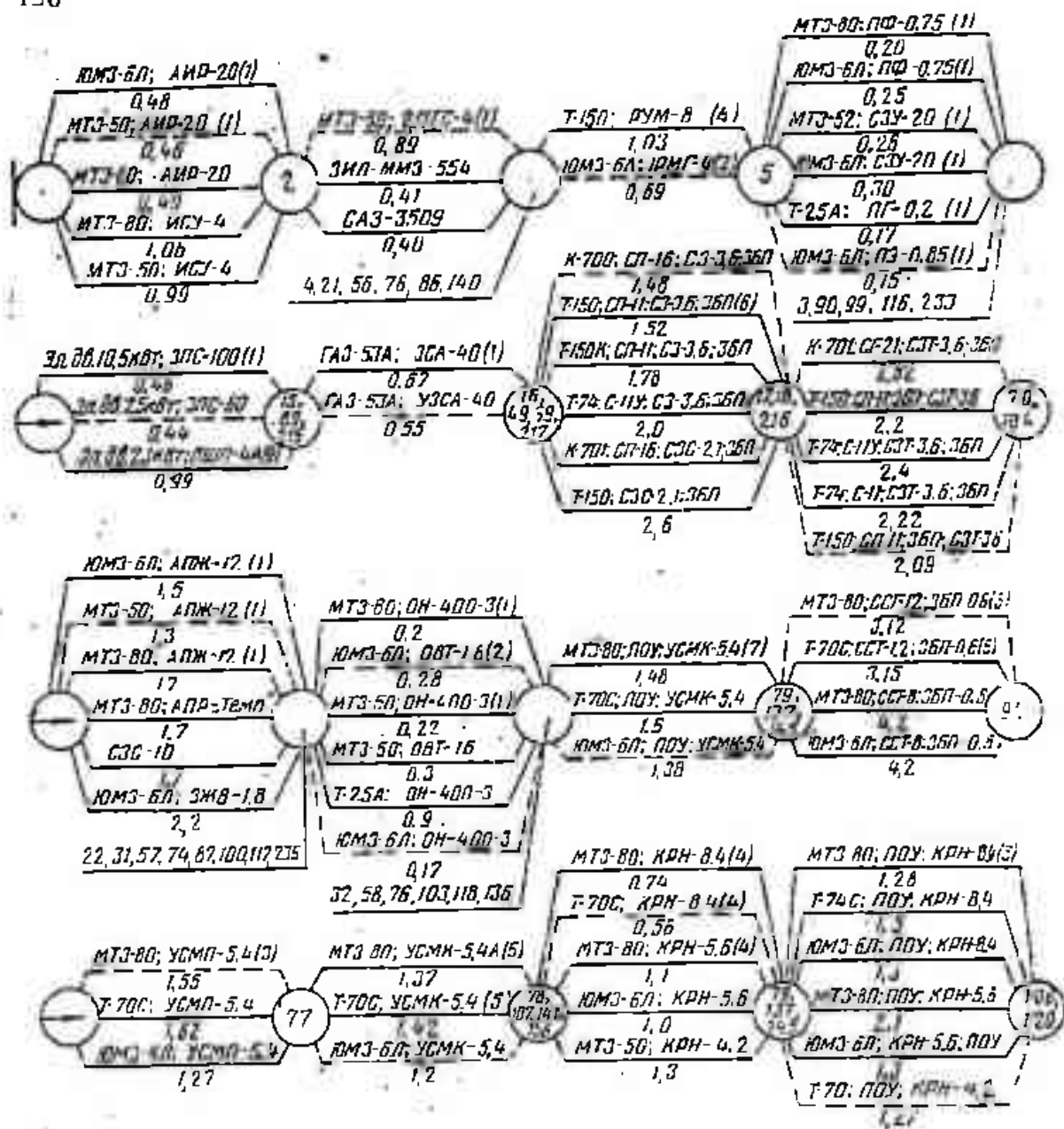


Рис. 2. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при севе и уходе за посевами: 2- растаривание минеральных удобрений; 4, 21, 56, 76, 86, 140- транспортировка минеральных удобрений; 5- подкормка; 3, 90, 99, 116, 233- смешивание и погрузка минеральных удобрений; 6, 192- протравливание семян; 7- калибровка; 9, 24, 59, 96, 193- боронование; 15, 89, 215- погрузка семян; 16, 49, 69, 217- транспортировка семян; 17, 18, 216- посев гороха и яровых; 70, 104- посев многолетних трав; 19, 53, 71, 95- прикатывание; 29, 55, 81, 85- транспортировка воды; 21, 30, 56, 73, 80, 86, 99, 140, 233- погрузка и транспортировка ядохимикатов; 22, 31, 57, 74, 87, 100, 117, 235- приготовление растворов ядохимикатов; 32, 58, 76, 103, 118, 136- опрыскивание; 34, 107- культивация с подкормкой; 94- посев кукурузы и свеклы; 43, 75, 83- опрыскивание; 77- прореживание; 78, 107, 141, 156- рыхление междурядий

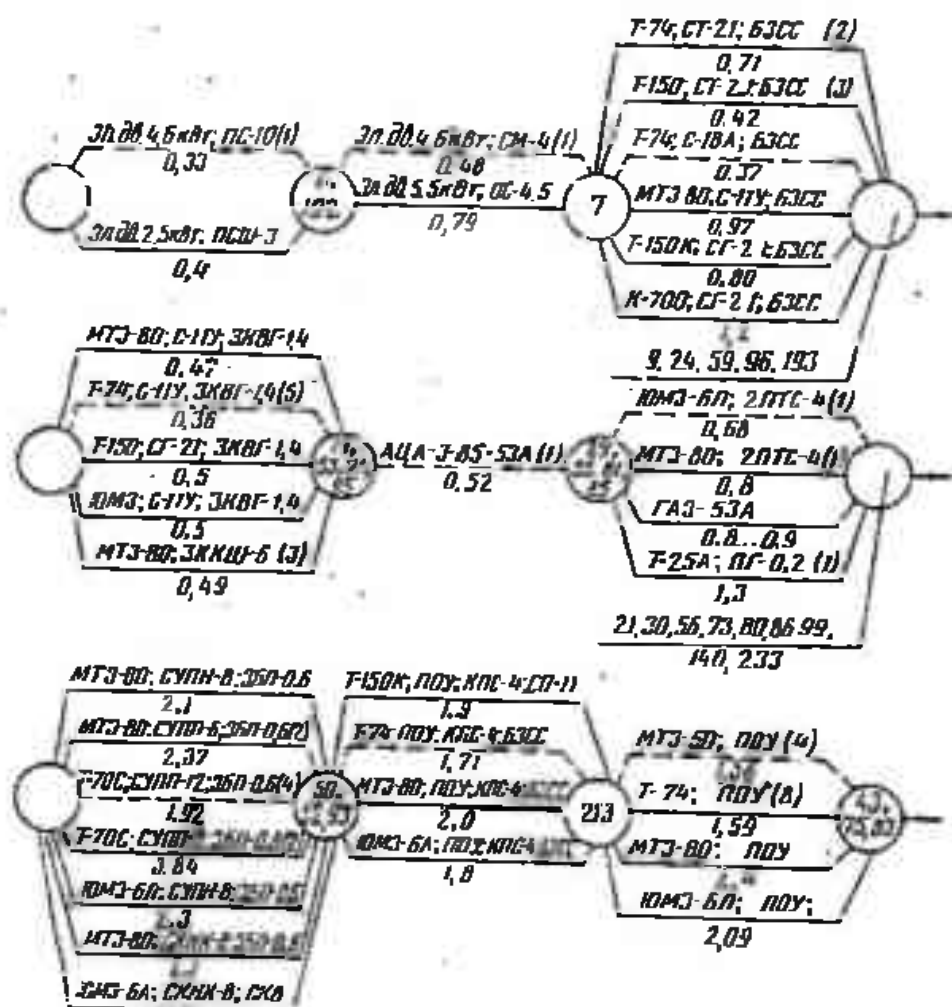


Рис. 2. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при севе и уходе за посевами: 2- растаривание минеральных удобрений; 4, 21, 56, 76, 86, 140- транспортировка минеральных удобрений; 5- подкормка; 3, 90, 99, 116, 233- смешивание и погрузка минеральных удобрений; 6, 192- протравливание семян; 7- калибровка; 9, 24, 59, 96, 193- боронование; 15, 89, 215- погрузка семян; 16, 49, 69, 217- транспортировка семян; 17, 18, 216- посев гороха и яровых; 70, 104- посев многолетних трав; 19, 53, 71, 95- прикатывание; 29, 55, 81, 85- транспортировка воды; 21, 30, 56, 73, 80, 86, 99, 140, 233- погрузка и транспортировка ядохимикатов; 22, 31, 57, 74, 87, 100, 117, 235- приготовление растворов ядохимикатов; 32, 58, 76, 103, 118, 136- опрыскивание; 34, 107- культивация с подкормкой; 94- посев кукурузы и свеклы; 43, 75, 83- опрыскивание; 77- прореживание; 78, 107, 141, 156- рыхление междурядий

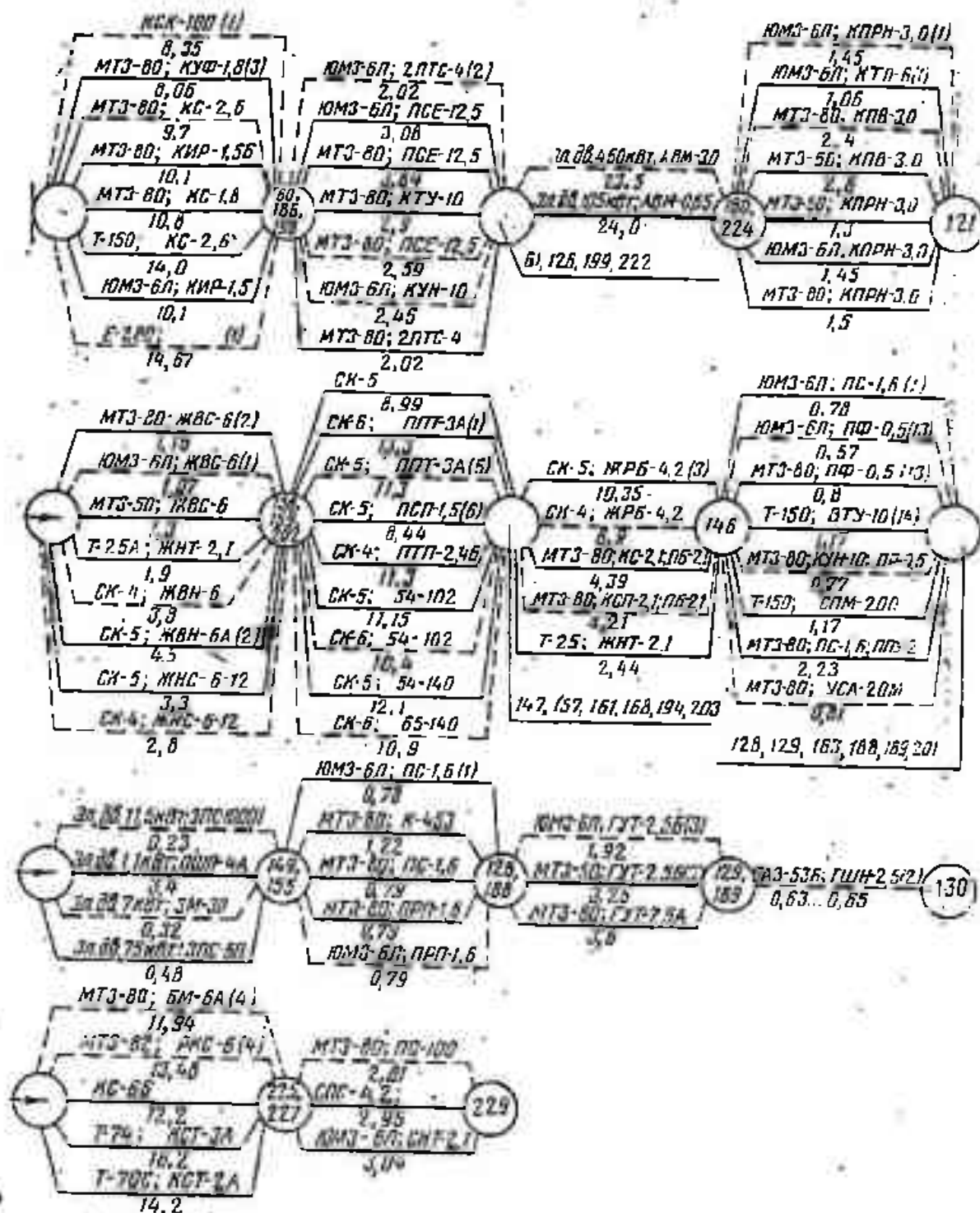


Рис.3. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при уборке: 60, 186, 198 – скашивание на зеленый корм; 61, 126, 199, 222- транспортировка зеленой массы; 180, 224- приготовление витаминной муки; 121- кошение, плющение; 122, 183, 184- скашивание на сено, прессование; 123, 124, 185- ворошение, сгребание сена; 127, 187, 200, 223, 231- выравнивание и уплотнение; 158, 159, 20- скашивание жатками; 147, 157, 161, 168, 194, 203- уборка прямым комбайнированием; 146- уборка проха; 128, 129, 163, 188, 189, 201- подбор и скирдование соломы и тюков; 132, 149, 162, 196, 210, 228- транспортировка зерна, соломы; 152, 153- очистка зерна; 154, 191- сушка зерна; 219, 221- уборка кукурузы; 221- обмолот початков кукурузы; 225, 227- уборка свеклы; 229- погрузка с перекаткой

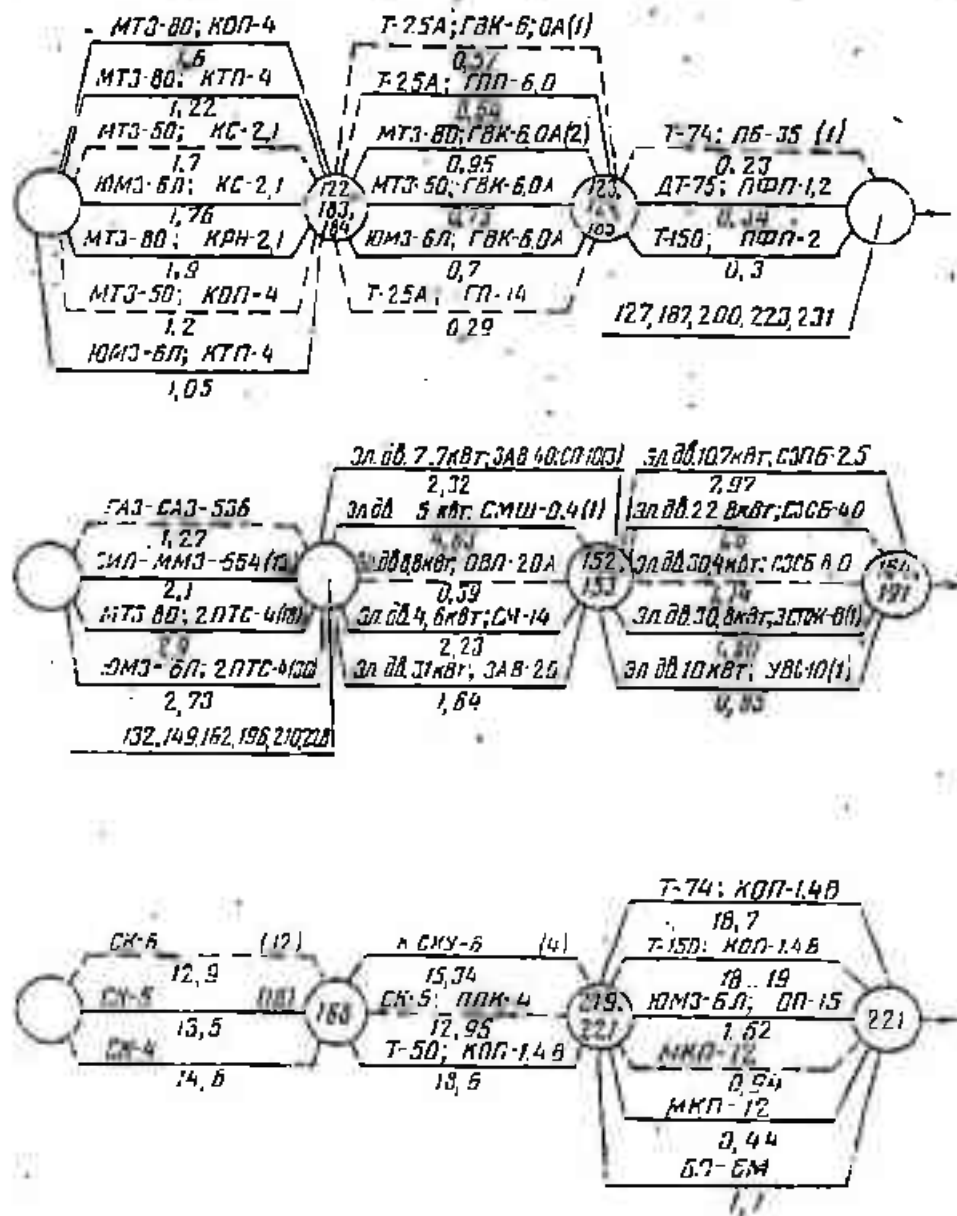


Рис.3. Поточная сетевая диаграмма технологических линий машин, применяемых при уборке: 60, 186, 198 – скашивание на зеленый корм; 61, 126, 199, 222- транспортировка зеленой массы; 180, 224- приготовление витаминной муки; 121- кошение, плочение; 122, 183, 184- скашивание на сено, прессование; 123, 124, 185- ворошение, сгребание сена; 127, 187, 200, 223, 231- разравнивание и уплотнение; 158, 159, 20- скашивание жатками; 147, 157, 161, 168, 194, 203- уборка прямым комбайнированием; 146- уборка гороха; 128, 129, 163, 188, 189, 201- подбор и скирдование соломы и стоков; 132, 149, 162, 196, 210, 228- транспортировка зерна, соломы; 152, 153- очистка зерна; 154, 191- сушка зерна; 219, 221- уборка кукурузы; 221- обмолот початков кукурузы; 225, 227- уборка свеклы; 229- погрузка с перевалкой

указывают над линией, средневзвешенные эксплуатационные затраты на выполнение каждой работы – под линией. Таким образом, количество линий между узлами соответствует числу машин и агрегатов, которые могут выполнить каждый из видов работ. Последовательность соединения линии представляет диаграммное изображение выполнения работ определенным составом машинно-тракторного парка. В свою очередь, каждая одиночная дорожка, проходящая через сеть всей диаграммы, представляет состав одной технологической линии машин по маркам, которой можно выполнить данную группу механизированных работ в хозяйстве.

Выбор машин и агрегатов для выполнения всех видов работ определяется наличием и техническим состоянием сельскохозяйственной техники, размером прямых эксплуатационных издержек, отнесенных на единицу работы или условный эталонный гектар [3]. Этот показатель непосредственно зависит от производительности машин, их стоимости и затраты труда.

Линии машин и агрегатов, которым соответствуют минимальные эксплуатационные издержки, на диаграммах изображены пунктирными линиями. Последовательное соединение их представляет наиболее эффективные технологические линии машин по маркам для условий хозяйства.

Применение указанного метода позволяет определять для хозяйства наиболее эффективные агрегаты и оценить их применимость (однократное, многократное, обязательное использование) в различных технологических линиях, что является обоснованием для приобретения. Так, для проведения работ по основной обработке почвы и внесению удобрений (рис. 1) из 23 типоразмеров машин, используемых в хозяйстве, наиболее эффективная технологическая линия по минимальным эксплуатационным издержкам включает 15 типоразмеров сельскохозяйственных машин и три класса энергетических средств (14,30 и 50 кН).

Технологическая линия машин с минимальными эксплуатационными издержками для выполнения работ по севу и уходу за растениями (рис. 2) из 24 применяемых типоразмеров включает 15 типоразмеров сельскохозяйственных машин и три класса энергетических средств.

После выбора наиболее эффективных агрегатов и машин по маркам определяют их потребное количество (n) для выполнения каждого вида работ делением его объема сменную выработку одного агрегата:

$$n = \frac{Q}{W_{см} K_c K_B D},$$

где: Q - объем механизированных работ, у. э. га. (га); $W_{см}$ - сменная выработка агрегатов и машин, у. э. га. (га); K_c - коэффициент смен-

ности; K_n - коэффициент использования времени смены агрегатов и машин; D - длительность работы агрегатов и машин, дней.

Определение по расчетам для каждого вида работы состава количества агрегатов, количество рабочих, затраты труда и эксплуатационные издержки заносят в общий годовой план (таблица), который определяет содержание и объемы работы всех служб хозяйства на протяжении года. Годовой план помогает обосновать по наиболее напряженным пиковым периодам эффективный состав машинно-тракторного парка и комплектовать его по заявкам на новую недостающую в хозяйстве технику. Ощутимый эффект годового плана механизированных работ для хозяйства состоит в том, что он позволяет предусмотреть реализацию всех обоснованных для хозяйства технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Правильное соблюдение технологий способствует повышению урожайности.

Результаты расчетов показывают, что в агрооборудования Каракемер для выполнения всех механизированных работ в растениеводстве необходимо иметь 3 трактора класса тяги 50 кН, 20 тракторов класса тяги 30 кН, и 47 тракторов класса тяги 14 кН, а для животноводство и других работ – 7 тракторов класса тяги 1,4 кН. В начале 1982г. хозяйство имело 67 тракторов, то есть обеспеченность тракторного парка по сравнению с приведенными расчетами составляет 87% /4/.

Выполнение всего объема механизированных работ в растениеводстве с учетом внедрения прогрессивных технологий по возделываемым культурам могут обеспечить при минимальных затратах 92 типоразмера машин в количестве 425 штук.

Преимущество приведенного метода состоит в обосновании необходимого состава парка под сгруппированные однотипные объемы работ, выполняемые по всем возделываемым в хозяйстве культурам. Другие методы, основанные на расчете состава МТП под каждую отдельную культуру, приводят к завышению потребного числа сельскохозяйственных машин и тракторов. Метод сетевых диаграмм позволяет учитывать все производственные условия и особенности хозяйства.

Выводы:

1. Годовое планирование механизированных работ с учетом стоимости выполнения способствует постоянному улучшению технологий возделывания культур, исключению операций по многократной необоснованной обработке почвы, повышению уровня механизации трудоемких работ, в первую очередь погрузочно-разгрузочных и по защите растений.
2. Перечисленные мероприятия позволили стабилизировать общие годовые объемы механизированных работ в пределах 75...76 тыс. у. э. га, довести среднегодовую выработку тракторов класса тяги 50 кН до 4300...4500, 30 кН до 1760...2000, 14 кН до 850...1000 у. э.га.

Таблица

План механизированных работ машино-тракторного парка на 2000-2001 гг.

№ п/п	Наименование операций	Объем работ	Сроки выполнения	Состав агрегата			Исчислено агрегатов	Сменная производительность, га/с	Исчислено рабочих		Затраты труда, чел.-час./чел.-сут.
				трактор	сельскохозяйственные машины				макс. нагрузка	вспомогательные	
					марка	количество					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Снегозадержание	6290 га	1.11.2002	К-701	СП-III СВУ-2.6	3...4	1	19,2	1	—	0,06
2	Растваривание, измельчение минеральных удобрений	200 т	16.3.25.3	ЮМЗ-6Л	АИР-20	1	1	8,8	1	—	0,012
3	Смешивание, погрузка минеральных удобрений	200 т	16.3.25.3	ЮМЗ-6Л	ПФ-0,8Б	1	1	3,4	1	—	0,003
4	Транспортировка минеральных удобрений	200 т	16.3.25.3	ГАЗ-САЗ-53Б+эс-такада		1	1	3,5	1	—	0,023
5	Подкормка озимых	2000 га	16.3.25.3	МТЗ-80 Т-150К	РУМ-5 РУМ-8	1 1	5 2	6,7 7,2	1 1	—	0,145 0,109
9	Закрытие влаги	3454 га	29.3.31.3	Т-150 Т-74	СТ-21 БЗСС-1,0 СТ-21 БЗСС-1,0	21 18	6 3	13,4 9,7	1 1	—	0,075 0,082
10	Культивация	2670 га	1.4.17.4	К-700А Т-150К	СП-16 КПС-4 БЗСС-1,0 СП-11 КПС-4	3...4 12...15 2...3	3 1	12,8 8	1 1	—	0,078 0,126
95	Сгребание травы валки	225 га	1.6.19.6	ЮМЗ-6Л	ГВК-6А	1	1	3,4	1	—	0,26

Продолжение таблицы

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
95	Подбор травы измельчителем на сенаж	105 га	19.6...19.6	—	Е-281	1	1	2	1	—	0,5
97	Транспортировка измельченной массы	699 т	11.6...19.6	МТЗ-80	2-ПТС-4	1	4	3,2	1	—	2,08
98	Разравнивание и уплотнение массы	699 т	11.6...19.6	Т-150	ПФП-2	1	1	48	1	—	0,38
115	Рыхление между- рядий кукурузы	400 га	6...1.7	МТЗ-80	КРН-8,4	1	3	5,8	1	—	0,169
116	Скашивание гороха	130 га	27.6...1.7	СК-6	ЖРБ-4,2	1	3	1,2	2	—	0,893
117	Подбор и обмолот палков многолет- них трав	80 га	28.6...2.7	СК-6	Б4-108А	1	2	1,2	2	—	4,667
118	Дискование пласта многолетних трав (10-12 см)	700 га	28.6...7.7	Т-160	БД-10	1	2	6,4	1	—	0,166
119	Транспортировка соломы	685 т	28.6...7.7	МТЗ-80	2-ПТС-4	1	11	2,3	1	—	2,174
211	Культивация земли	2400 га	1.10...10.10	Т-150	СП-Н КПС-4 БЗСС-1,0	3 12	4	8,5	1	—	0,16
212	Погрузка навоза	12000 т	16.10...31.12	Т-150	ПФП-2	1	1	48	1	—	0,397
213	Транспортировка навоза	12000 т	16.10...31.12	Т-160К	1-ПТС- 9Б	1	3	7,2	1	—	2,65
214	Буртование навоза	12000 т	16.10...31.12	Т-150	ПФП-2	1	1	48	1	—	0,407

3. Общие затраты труда в растениеводстве в среднем снизились на 10% и составляют 9,4 чел.-ч/у э.га.
4. Годовое потребление нефтепродуктов уменьшились на 10...11т. Эксплуатационные расходы снизились на 12%.
5. Себестоимость у.э. га доведено до 0,42- 0,44 тг.

Литература

1. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-транспортного парка. – М.; Колос, 1982, 185 с.
2. Методика расчетов потребности сельского хозяйства в тракторах, комбайнах, транспортных средствах, сельскохозяйственных и землеройных машинах и оборудовании животноводческих ферм. – М.; ЦНИИТЭИ, 1982, 62 с.
3. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования новой техники. – М.; 1981, 27 с.
4. Павлов Б.В., Пушкарева П.В., Щечлов П.С. Проектирование комплектной механизации сельскохозяйственных предприятий. – М.; Колос, 1982, 232 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АЙМАҚТАРЫНДА МАШИНА-ТРАКТОРЛАР ПАРКІН КЕШЕНДЕУ

Техн. ғыл. докт.	Е.О.Омаров
Техн. ғыл. докт.	М.Н.Сенников
А/ш. ғыл. канд.	Ф.Е.Омарова

Бұл жұмыста механизмдер көмегімен орындалатын жұмыстардың ауылшаруашылық алқаптарына аз әсер ететін технологиясы қаралған, яғни тиімді механизмдер байланыстылығын қарастыру арқылы өнімділікті арттыру мен қатар аймақтағы экологияны да шешу мәселесі қарастырылған.

УДК 678.745.541.182.6

**СВОЙСТВА ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА,
СИНТЕЗИРОВАННОГО СОПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ
ИТАКОНОВОЙ КИСЛОТЫ С АКРИЛАМИДОМ
В РАЗЛИЧНЫХ СООТНОШЕНИЯХ**

Ш.Р.Амриева
Канд.хим.наук А.Асапов

В работе рассмотрены некоторые свойства образцов полиэлектrolита, полученного сополимеризацией итаконовой кислоты с акрилоамидом в различных мольных соотношениях мономеров, измеряя вязкость, электропроводность, оптическую плотность, рН и структурообразующее действие растворов.

В связи с расширением областей применения большую актуальность имеют работы, посвященные синтезу и изучению свойств водорастворимых полиэлектrolитов (ПЭ), содержащие в своем составе ионизируемые карбоксилатные и слабоионизируемые амидные группы [1, 2]. В этом аспекте определенный теоретический и практический интерес представляет изучение свойств ПЭ, полученных сополимеризацией итаконовой кислоты (ИК) и акриламида (АА) в водной среде при оптимальных соотношениях мономеров по выходу (моль: моль): 1:6, 1:8, 1:12, условно названные соответственно ИКАА-4-Н, ИКАА-5-Н, ИКАА-6-Н.

Изучение изменения свойств водных растворов этих образцов ПЭ осуществляли, измеряя вязкость (η), электропроводность (χ), оптическую плотность (A), значение рН и структурообразующее действие, определяя количество водопрочных агрегатов (ВПА) в бесструктурной среднезасоленной почве региона Южного Казахстана по методу [3] в зависимости от концентрации и от рН растворов ПЭ.

Результаты экспериментальных данных свидетельствуют, что значения удельной вязкости (η уд.) и электропроводности (χ уд.) изменяются закономерно в зависимости от концентрации, а приведенная вязкость (η прив.) и электропроводность (χ прив.) изменяются аномально, возрастая по мере разбавления раствора образцов ПЭ (табл.1).

При этом выявлено, что величина вязкости несколько уменьшается по мере увеличения содержания звеньев ИК в составе макромолекул образцов ПЭ, а величина электропроводности, наоборот, несколько увеличивается. Наблюдаемые закономерности связаны с изменением соотношения мономерных звеньев, содержащих ионизируемые и слабоионизируемые функциональные группы.

Таблица 1

**Изменение вязкости (η уд. и η уд./С),
электропроводности (χ уд. и χ уд./С), значения рН
и структурообразующего действия (ВПА) образцов ИКАА
в зависимости от концентрации**

№ пр	С, ПЭ г/дл	η уд.	η уд./С дл/г	χ уд. :10 1/см * 1/см	χ уд./С	рН	ВПА, %	К эсд
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ИКАА-4-Н								
1.	0,010	0,14	14,00	0,13	13,00	4,78	9,6	19,67
2.	0,025	0,29	10,65	0,25	10,00	4,50	15,0	12,29
3.	0,050	0,35	7,00	0,38	7,60	4,26	22,4	9,18
4.	0,100	0,40	4,00	0,58	5,80	4,05	30,8	6,31
5.	0,250	0,54	2,20	1,04	4,16	3,85	36,7	2,98
6.	0,500	0,78	1,56	1,96	3,92	3,66	42,0	1,72
7.	1,000	1,32	1,32	2,64	2,64	3,45	48,8	1,00
ИКАА-5-Н								
1.	0,010	0,18	18,00	0,09	9,50	4,90	11,2	18,90
2.	0,025	0,36	14,40	0,14	5,60	4,65	18,2	12,81
3.	0,050	0,50	10,00	0,24	4,80	4,46	26,1	8,79
4.	0,100	0,63	6,30	0,39	3,90	4,25	35,6	5,98
5.	0,250	0,96	3,84	0,75	3,00	4,07	46,5	3,18
6.	0,500	1,33	2,66	1,24	2,48	3,95	52,8	1,77
7.	1,000	2,06	2,06	1,91	1,91	3,72	59,4	1,00
ИКАА-6-Н								
1.	0,010	0,17	17,00	0,05	5,00	5,03	10,4	16,68
2.	0,025	0,34	13,60	0,06	3,60	4,79	16,6	10,79
3.	0,050	0,55	11,00	0,16	3,20	4,56	24,8	7,95
4.	0,100	0,71	7,10	0,28	2,80	4,35	32,4	5,19
5.	0,250	1,40	5,60	0,54	2,16	4,16	43,5	2,79
6.	0,500	2,16	4,32	1,02	2,04	3,98	53,0	1,69
7.	1,000	3,20	3,20	1,42	1,42	3,85	62,4	1,00

Аномальный характер изменения η прив. и χ прив. в зависимости от концентрации объясняется увеличением ионизации функциональных групп / 4 / вследствие уменьшения ионной силы по мере разбавления растворов образцов ПЭ, что и является причиной перехода от свернутого к развернутому состоянию макромолекул.

Отсутствие оптической плотности растворов образцов ПЭ указывает на образование термодинамически устойчивого раствора в исследуемом интервале концентраций (0,01 : 1,00 г/дл).

Наблюдается рост количества ВПА в бесструктурной почве по мере увеличения концентрации добавляемых образцов ПЭ. При этом количество ВПА, образующие под влиянием образцов ПЭ, в определенной мере зависит от соотношения функциональных групп в цепи макромолекул. Относительно большое количество ВПА почв образуется в присутствии растворов образца ИКАА-5-Н. Проявление относительно слабого структурообразующего действия образца ИКАА-4-Н может быть связано с меньшей молекулярной массой и наличием более сильных межфункциональных взаимосвязей, которые уменьшают способность образовывать связи с частицами почвы, а также ослабевают мостикообразующие свойства.

Из приведенных данных (табл.1) видно, что количество ВПА с ростом концентрации добавляемых образцов ПЭ хотя и увеличивается, но эффективность структурообразующего действия ($K_{эсд}$), вычисленной по формуле:

$$K_{эсд} = \frac{M_i \cdot C_i}{M_o \cdot C_i}$$

падает, где:

M_i - количество ВПА (в %), образовавшиеся при данной концентрации ПЭ; M_o - количество ВПА, образовавшиеся при введении начальной максимальной концентрации ПЭ; C_n - начальная концентрация ПЭ; C_i - концентрация ПЭ, при которой определяется $K_{эсд}$.

Характер изменения $K_{эсд}$ идентичен и коррелирует с характером изменения величин η прив. и χ прив., которые отражают ионизирующую способность функциональных групп и состояние макромолекул в зависимости от концентрации ПЭ в растворе /5/. Эту закономерность можно объяснить и тем, что по мере разбавления растворов образцов ПЭ уменьшается ионная сила раствора и усиливается диссоциация функциональных групп, за счет чего макромолекулы разворачиваются и в результате увеличивается число свободных активных функциональных групп, способных образовывать связи с почвенными частицами.

По мере увеличения концентрации образцов ПЭ макромолекулы в растворе находятся в более свернутом состоянии из-за усиления взаимосвязи противоионов с макромолекулами. В результате этого уменьшается число активных диссоциированных функциональных групп, которые могут вступать во взаимодействие с поверхностью частиц и одновременно ослабляется мостикообразующая способность макромолекул /6/. Уменьшение структурообразующего действия также может быть связано с тем, что по мере увеличения концентрации в

процесс структурообразования вступают не единичные макромолекулы, имеющие длинную цепочку, а ассоциаты, состоящие из более свернутых клубков или их пачек.

Аналогичная взаимосвязь была выявлена и при изучении свойств образцов ПЭ ИКАА-5-Н: в зависимости от рН растворов определяли значения вязкости, электропроводности и структурообразующего действия. Увеличение рН растворов образца ПЭ ИКАА-5-Н приводит к росту величин η уд. и структурообразующего действия и достигает максимального значения этих величин в интервале рН = 7,5 - 9,5. При более высоких значениях рН η уд. постепенно уменьшается, а структурообразующее действие изменяется незначительно. Более резкое снижение η уд. растворов образца ПЭ ИКАА-5-Н в кислой и особенно в сильнокислой области рН связано с плотносвернутым клубкообразным состоянием макромолекул, а также с переходом от гомогенного раствора к гетерогенному из-за усиления гидрофобного межмолекулярного взаимодействия, на что указывает появление устойчивой мутности в интервале рН = 3,0 - 1,5 (табл.2).

Таблица 2

**Изменение вязкости (η), электропроводности (χ),
оптической плотности (A) и структурообразования (ВПА)
0,1 %-го водного раствора образца ПЭ ИКАА-5-Н
в зависимости от рН**

Значение рН	1,30	2,82	4,25	5,86	7,78	9,65	11,65	13,00
η уд.	0,18	0,24	0,63	1,58	2,56	2,04	1,60	1,24
χ уд. *10	15,0	3,42	0,39	0,42	0,53	2,10	4,47	9,00
1/см * 1/см								
A_0	1,45	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A_c	1,75	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ВПА, %	7,34	18,25	35,60	40,20	43,60	42,80	41,65	41,00

A_0 - значение оптической плотности 0,1 %-го раствора ИКАА-5-Н после перемешивания; A_c - значение оптической плотности через сутки отстоя.

В этой области рН эффективность структурообразующего действия образца ПЭ ИКАА-5-Н резко падает.

Зависимость значения электропроводности от рН растворов проходит через минимум в слабокислой, нейтральной и слабощелочной области рН, а в кислой и щелочной области рН величины χ уд. растут из-за появления в растворах свободных низкомолекулярных добавляемых в избытке электролитов. Минимальное значение χ уд. в слабокислой, нейтральной и слабощелочной областях связано с тем, что в этой области рН количество противоионов и функциональных групп примерно одинаково. Кроме того, противоионы находятся во взаимосвязанном состоянии с функциональными группами / 7 / макромолекул,

что ослабляет способность принимать участие в переносе электрического тока.

Изменение структурообразующего действия образца ИКАА-5-Н в зависимости от рН можно объяснить тем, что в кислой и слабокислой области рН образование водопрочных агрегатов почв происходит под влиянием плотно свернутых, клубкообразных макромолекул, проявляющих более слабую мостикообразующую способность. В слабокислой, нейтральной и слабощелочной области рН процесс структурообразования почв происходит в присутствии развернутых макромолекул, содержащих максимальное количество свободных функциональных групп, активно взаимодействующих с поверхностью частиц и обладающих высокой мостикообразующей способностью из-за достаточно большого размера макромолекул.

Несущественное изменение структурообразующего действия образца ПЭ ИКАА-5-Н в щелочной области связано не столько со значительным изменением рН и конформации макромолекул и сохранением гомогенно-растворенного состояния, а также в определенной мере с положительным влиянием присутствующих щелочей /3/ в этой области рН.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что свойства ПЭ во многом зависят от состояния макромолекул, от состава, соотношения и вида противоионов функциональных групп, а также от сопутствующих электролитов, которые меняются при изменении рН растворов ПЭ, что необходимо учитывать при осуществлении целенаправленного синтеза и подбора при практическом использовании ПЭ в качестве структурообразователя почв и других природных и синтетических дисперсий.

Литература

1. Николаев А.Ф., Охраменко Г.И. Водорастворимые полимеры. Л. Химия. 1979. С. 3-6.
2. Ергожин Е.Е., Таусарова Б.Т. Растворимые полиэлектролиты. Алма-Ата. 1991. С. 118-120.
3. Ахмедов К.С. и др. Водорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами. Ташкент. Изд. Фан. 1969. С. 135-138.
4. Ахмедов К.С., Асанов А.А. и др. Устойчивость и структурообразование в дисперсных системах. Ташкент. Изд. Фан. 1976. С. 8-10.
5. Бектуров Е.А., Бакадова Э.Х. Синтетические водорастворимые полимеры в растворе. Алма-Ата. Изд. Наука. 1981. С.124-129.
6. Алдошин В.Г., Савицкая М.Н., Френкель. Высокомолек.соед. 1960. С.374.
7. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. Изд.Мир.М.1967.С.283-287.

Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата
Ташкентский государственный университет

ИТАКОН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ АКРИЛОАМИДПЕН ӘРТҮРЛІ ҚАТЫНАСТА СОПОЛИМЕРЛЕНУІМЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТТІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Ш.Р.Әміреева
Хим.ғыл.канд. А.Асанов:

Жұмыста ерітінділердің тұтқырлығын, электрөткізгіштігін, оптикалық тығыздығын, рН – ын және құрылымтүзуші әсерін өлшей отырып мономерлердің әртүрлі мольдік қатнасында итакон қышқылының акрилоамидпен сополимерленуімен алынған полиэлектролиттің үлгілері ерітінділерінің кейбір қасиеттері қарастырылған.

УДК

**ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ОСНОВАНИЯ ПРИ КУЧНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Докт. техн. наук

Канд. техн. наук

Докт. техн. наук

Т.К. Ахмеджанов

Н.Ж. Жалгасов

С.Пак

А.Т. Ахмеджанов

Ш.К. Альмухамбетова

Сделан критический анализ на существующие конструкции гидронепроницаемого основания штабеля КВ. Рекомендован новый способ кучного выщелачивания с наклонным гидронепроницаемым основанием штабеля КВ, представлены результаты экспериментов внедрения.

Одним из основных вопросов при организации кучного выщелачивания (КВ) металлов из руд и хвостов обогащения является разработка конструкции надежного основания и выбор строительных материалов для его сооружения, а также проверка его гидроизоляционных свойств в натуральных условиях /1, 2/.

В практике кучного выщелачивания используют различные конструкции гидронепроницаемого основания штабеля КВ. Чаще всего это бетонное и асфальтовое покрытие; основание, выполненное на основе резиновых или полимерных материалов; а также применение глин, стойких к воздействию выщелачивающего реагента.

При кучном выщелачивании металлов из руд и хвостов используются различные токсичные реагенты. Поэтому остро встает вопрос о проверке надежности гидроизоляционных свойств основания штабеля КВ в натуральных условиях.

В настоящее время существуют различные способы проверки надежности гидронепроницаемого основания штабеля КВ. Во всех случаях система контроля образуется по мере формирования основания /3/.

В одном случае перед формированием основания (если основание выполняется из глины, или на глинисто-пленочной основе) на подготовленную и уплотненную почву укладывают перфорированные полиэтиленовые (металлические) трубы. Затем производят формирование

гидронепроницаемого основания. Для контроля надежности основания по периметру последнего образуют гидронепроницаемую дамбу высотой 200 – 500 мм. После этого внутреннюю поверхность основания заполняют водой до образования некоторого слоя. Через перфорированные трубы, уложенные под основанием штабеля КВ, осуществляют подачу сжатого воздуха. По появлению пузырьков воздуха на поверхности воды определяют места нарушения гидронепроницаемого основания.

Существенным недостатком данного способа является то, что при проверке основания, выполненного из нежестких материалов (глина, пленка, битум), может происходить разрушение гидронепроницаемого материала под воздействием сжатого воздуха. Это явление объясняется тем, что глина практически не имеет порового пространства. Сжатый воздух будет “стремиться найти” выход, деформируя при этом глинистую подушку (если в ней нет нарушений), что в конечном итоге может привести к образованию в последней трещин и разрывов. Кроме этого, отсутствие в глине порового пространства не даст возможность распространиться сжатому воздуху по всей площади основания. Из-за этого проверка надежности основания будет носить локальный характер (только в областях, где расположены трубопроводы).

Существует метод проверки обратный первому. Также под основанием образуют систему перфорированных труб, а по периметру основания гидронепроницаемую дамбу. Внутреннюю поверхность основания заполняют водой. О надежности основания судят по тому появилась ли вода в перфорированных трубах.

Недостатком данного способа является значительная его продолжительность (т.к. коэффициент фильтрации глин равен величине 10^{-4} – 10^{-8} см/с). Кроме того, данный метод также носит локальный характер. Так как, перфорированные трубы “поймают” воду, которая проникла через глину непосредственно над ними. А если вода “прошла” даже в 1 см от трубы, то “подчиняясь” силе тяжести она в трубу не попадет. При этом невозможно точно установить место, где вода попала в трубу.

При рассмотрении надежности гидронепроницаемого основания следует учитывать, что процесс КВ – это действующее производство, а не хвостохранилище жидких отходов. В отличие от хвостохранилищ при выщелачивании постоянно происходит движение растворов. При этом гидронепроницаемое основание с некоторым углом наклона образует непроницаемый экран, по которому растворы движутся к дренажным устройствам. Следуя законам гидродинамики, раствор будет двигаться в направлении, на котором он испытывает минимальное сопротивление, т.е. по наклонному основанию.

В предлагаемой методике ставятся более жесткие условия, чем те, которые возникают в процессе КВ. В этой методике движение растворов обусловлено строго силой тяжести через гидронепроницаемое основание.

Преимуществами предлагаемого способа является снижение времени на процесс контроля при достаточно высокой надежности и уменьшении трудовых затрат на проведение работ. Метод также носит локальный характер.

При изучении гидронепроницаемых свойств основания КВ выбирают отдельные участки последнего с видимыми нарушениями поверхности (как то, трещины, вмятины, включения инородного материала или крупных частиц, менее уплотненные участки). На поверхности основания (в выборных местах) сооружается экспериментальная установка (рис. 1). Корпус установки выполнен в виде кольца диаметром 300 – 1000 мм (или прямоугольника соответствующих размеров) из гидронепроницаемого материала. Контур сопряжения корпуса установки и основания штабеля КВ надежно гидроизолируется (при этом кольцо может быть заглублено в основание на 1 – 10 см). Далее глина, находящаяся во внутреннем контуре корпуса установки смачивается водой, таким образом глина доводится до оптимальной влажности (для различных типов глин это 17 – 22 %), т.е. ее свойства доводятся до условий, в которых она будет находиться при осуществлении процесса КВ.

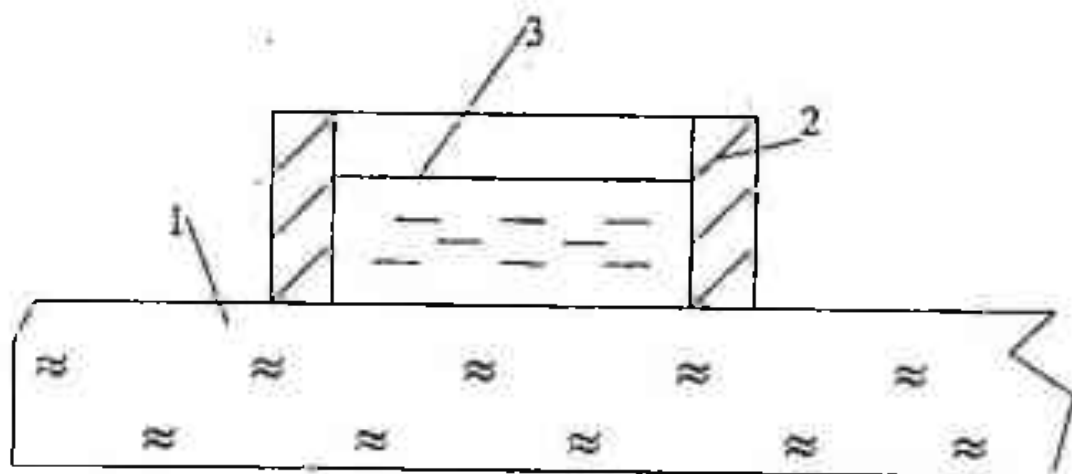


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

Условные обозначения: 1 – гидронепроницаемое основание;
2 – гидронепроницаемое кольцо (прямоугольник); 3 – раствор

После проведения указанных работ, внутренний контур установки заполняется водой (раствором). Вода (раствор) добавляется по мере ее убывания. Если гидронепроницаемое основание выполнено надежно, то через некоторое время ее уровень стабилизируется, т.е. не изменяется во времени. Изменение уровня на первоначальном этапе связано с гигроскопичностью глины, т.е. впитыванием глиной определенного количества воды. По тому стабилизируется или не стабилизируется

уровень воды в установке, делают вывод о надежности основания штабеля КВ.

В случаях наличия утечек, необходимо определить класс токсичности раствора и в соответствии с ним строить противofильтрационное сооружение.

Для определения класса токсичности в соответствии с /4/ рассчитывается индекс токсичности K_j по формуле:

$$K_j = \text{ПДК}_j / (S + C_a)_j ,$$

где: ПДК_j – предельно допустимая концентрация j -того токсичного вещества;

S – коэффициент, отражающий растворимость его в воде, без размерный;

C_a – содержание одного j -того компонента в общей массе, т/т.

Для сульфат-ионов ПДК составляет 100 мг/л. Величина S равна 1. Значение C_a из условий работы участка кучного выщелачивания определяется на уровне 0,015–0,030 т/т. При этом индекс токсичности составит:

$$K = 100 / (1 + 0,03) \approx 97.$$

В соответствии с таблицей № 1 /4/ кучное выщелачивание медьсодержащих руд относится к IV классу токсичности. Степень опасности – малопасное производство. При известном классе токсичности вещества можно осуществить выбор конструкции основания. В соответствии со СНИП 2.01.28–85 при IV классе опасности допустимо использование противofильтрационного экрана из одного слоя глины.

При этом определяется следующая конструкция гидронепроницаемого основания: 1) спланированное, протравленное и уплотненное основание; 2) слой глины мятой толщиной 50–100 см с коэффициентом фильтрации $K_f = 10^{-7} \div 10^{-8}$ см/с; 3) защитный слой 20 см из супесчанного грунта (рис. 2).

В применяемых для водоупорного экрана глинах должны отсутствовать валуны и каменные включения крупнее 10 см.

При устройстве водоупорного элемента глинистый грунт можно укладывать одним или несколькими слоями (толщина слоя 30 + 50 см) в зависимости от применяемого метода уплотнения и заданной контрольной плотности, при достижении которой обеспечивается полное разрушение первоначальной комковатой структуры грунта и его омоноличивание.

Наилучшие гидронепроницаемые свойства глины обеспечиваются при ее укладке с оптимальной влажностью (W_{opt}), при которой достигается максимальная плотность (γ_{max}).

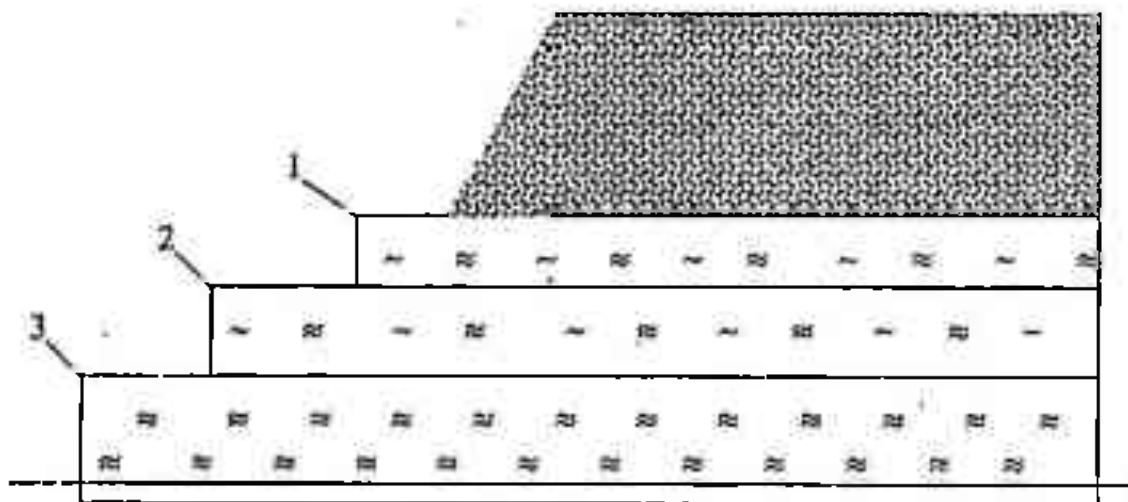


Рис. 2. Гидронепроницаемое основание штабеля КВ при послойном формировании глинистой подушки

При кучном выщелачивании часто верхний слой глинистой подушки (1 – 3 см) подвергается суффозии, принимая пастообразную пластичную форму. Кроме того, верхний слой глины “обогащается” мелкими частицами рудной массы, привнесенными потоком выщелачивающего реагента. Данный слой глины под воздействием образованного в нижней части рудного штабеля фильтрационного потока имеет возможность перемещаться, тем самым “самозалечивая” трещины и нарушения в глинистой подушке. Данная пастообразная форма предохраняет от суффозии нижележащие слои глины, а также сорбирует избыток выщелачивающего реагента и не пропускает раствор.

Предлагаемая методика прошла проверку при выщелачивании руд высокотоксичным реагентом $NaCN$ (Васильковский ГОК).

Работы выполнялись согласно описанной выше методике. Только вместо воды в контур установки заливался 0,1 % раствор $NaCN$. После осуществления работ с целью контроля за работоспособностью методики по глубине глинистого слоя через 10 см отбирались пробы. Пробы анализировались на влажность и наличие цианидов. В опытах исследовались два типа глин.

Результаты экспериментов представлены в таблице.

Результатом первого этапа эксперимента явилось установление последовательности образования гидронепроницаемого слоя: снятие растительного слоя (0,3 м); планирование и уплотнение грунта; послойное (0,3 – 0,5 м) формирование глинистой подушки (рис. 2); образование предохранительно-дренажного слоя.

Второй этап исследований указанных глин проводился с целью определения величины слоя, который, набрав определенную влажность перестает впитывать раствор, и работает как гидронепроницаемый экран.

Тип глины	Время эксперимента, сутки	Номер слоя	Показатели			
			Плотность средняя, г/см ³	Влажность		Проникновение цианидов
				до подачи растворов	после прекращения опыта	
Васильковская	8	1	1,74	23,0	70,9	н/о
		2		11,7	25,1	н/о
		3		8,9	16,3	н/о
Симферопольская	16	1	1,97	26,8	30,0	н/о
		2		26,8	28,2	н/о
		3		26,8	27,7	н/о

Работы проводились по указанной методике 3,5 месяцев. После чего осуществляли отбор через 10 см по глубине слоя глины. Пробы анализировались на изменение влажности. Результаты исследований приведены на графике (рис. 3).

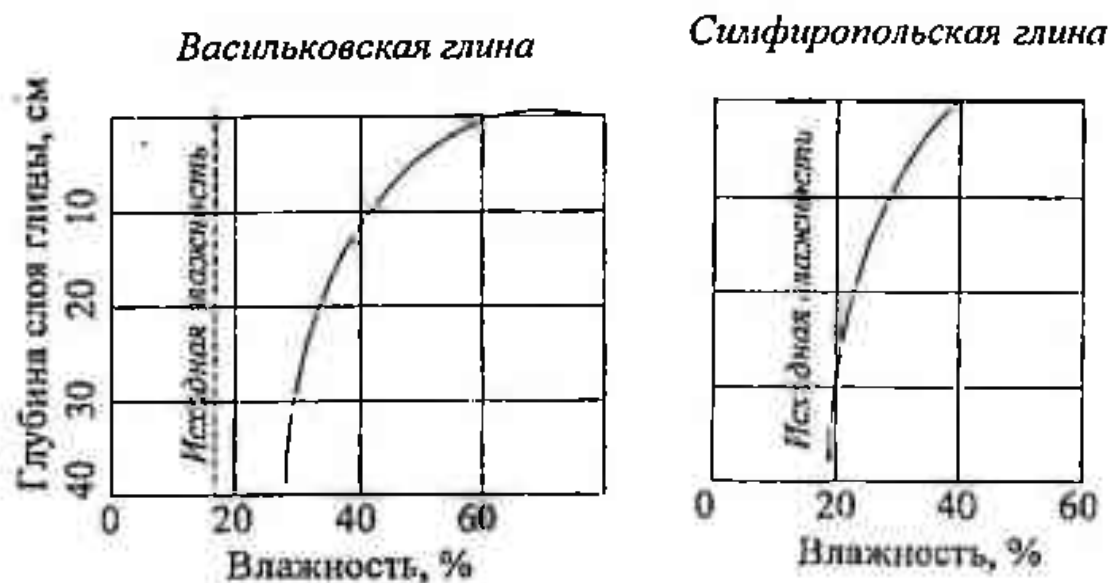


Рис.3. Изменение влажности глины при воздействии раствора

Указанные работы подтвердили работоспособность методики и возможность ее применения на практике.

Проникновение растворов через глинистую подушку за 3,5 месяца работ не наблюдалось.

В дальнейшем при эксплуатации кучи контроль за утечками раствора можно осуществлять по известному способу [5].

Литература

1. Алтаев Ш. А., Жалгасов Н. Ж. Добыча меди, серебра, строительных и закладочных материалов из окисленных медных руд способом кучного выщелачивания. В сб.: Проблемы, перспективы и направления социально-экономического развития Жезказганской области в условиях рыночных отношений. Часть 1, Жезказган, 1994.
2. А. с. №16890960 (СССР). Способ разработки хвостохранилищ. // Ахмеджанов Т. К. и др. Опубликовано 30.09.91. Бюллетень № 36.
3. Федоров О. С., Захаров М. Н. Складирование отходов рудообогашения. М., Недра, 1985, с. 20-23.
4. Методические рекомендации по определению токсичности промышленных отходов. М. 1987, № 4286-87, приложение к ИМП № 40-27.
5. А. с. № 1659634 (СССР). Способ контроля полноты орошения отвала при выщелачивании //Ахмеджанов Т. К. и др. Опубликовано 27.03.89.

Казахская Академия транспорта и коммуникаций

**ПАЙДАЛЫ КЕНДЕРДІ СІЛТІЛЕУДЕ, ОНЫҢ ТАБАНЫНЫҢ
СҮӨТКІЗБЕЙТІН ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ ТӘЖРИБЕСІ**

Техн.ғыл.докт.	Т.К.Ахмеджанов
Техн.ғыл.канд.	Н.Ж.Жалгасов
	С.Пак
Техн.ғыл.докт.	А.Т.Ахмеджанов
	Ш.К.Альмухамбетова

Үйінді сілтілеу сүөткізбейтін табанының конструкцияларына сынай талдау жасалынған. Үйінді сілтілеудің қиғаш тік табанымен жана тәсілі ұсынылған, осы тәсілді енгізу тәжрибиелерінің көрсеткіштері келтірілген.

УДК 574.504.064.504.53.574

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ КАЗАХСТАНА В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ*

Докт.геогр.наук М.Е.Бельгибаев

В статье рассматриваются некоторые экологические проблемы, которые могут обостриться в третьем тысячелетии. К ним относятся изменение климата и его последствия, деградация почв и опустынивание. Отмечена необходимость реабилитации населения в районе Семипалатинского ядерного полигона. Дан перечень программ и методов экологических исследований.

Важной основой для устойчивого развития и охраны окружающей среды явилась Рио-Де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию (1992 год). В ней отмечено, что "люди имеют право на здоровую плодотворную жизнь в гармонии с природой." В НПО Алматы входит большой отряд ученых и специалистов различных направлений, но они фактически не принимали участия при разработке и обсуждении "Национального плана действий по охране окружающей среды для устойчивого развития."

Для любой республики это очень важный и серьезный документ. Представители экологических организаций Кыргызстана для дополнительного и более глубокого обсуждения подобного документа специально приезжали в Алматы. Б. Есекин (руководитель координационной рабочей группы по разработке НПДОС и устойчивого развития) пи-

* Доклад автора на международном Форуме неправительственных организаций Центрально-Евразийских стран "Тысячелетия: Итоги и Перспективы," проводимом в рамках подготовки к "Ассамблее Тысячелетия" ООН 2000 года (21-23 июля 1999 г., Алматы). Главной задачей Форума было обсуждение "Новой концепции Трансформации мира." Организатором Форума явился Международный комитет "World Transformation" совместно с исполнительным комитетом Форума "Тысячелетия" НПО при ООН. Данный Форум входит в официальный перечень мероприятий, проводимых по всему миру в рамках подготовки "Ассамблеи Тысячелетия" ООН 2000 года.

шет: "Процесс НПООС служит основой для работы с населением (подч. М. Б.), изменением его ценностей, формированием вместо природопотребительской - экологической идеологии, а также для партнерства и консолидации всех секторов и слоев общества, что особенно важно для нашего государства" (Жербесік, стр. 319).

На самом деле не только "работа с населением", но большинство ученых и специалистов Алматы не были в курсе подготовки НПООС, в его разработке участвовал узкий круг специалистов и ученых. До принятия НПООС следовало бы опубликовать проект данного документа в СМИ для широкого обсуждения, подобно проекту закона "О земле." Эксперты SAIS (Международная Корпорация Прикладных Наук) Стаблбайн С. и Липсид Ю. провели анализ НПООС и сделали ряд существенных замечаний и дополнений. В частности они отметили: "Выявление приоритетов (НПООС) должно основываться на надежном анализе и мнении общественности ... еще более важно, чтобы НПООС был принят на всех государственных уровнях, и в целом, населением Казахстана." Не случайно эксперты подчеркивают "мнение общественности," роль населения и НПО. Ко всему сказанному выше надо добавить самое главное - что НПООС фактически не работает, нет позитивных сдвигов в охране окружающей среды республики и ее отдельных районов.

Ухудшение экологических условий, истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды местами становятся необратимыми. Выделены регионы близкие к экологическим катастрофам (Приаралье, Семипалатинский полигон, Прикаспий и др.). Расходы на экологию в Казахстане на душу населения и на 1 квадратный километр на несколько порядков ниже, чем в других странах (таблица) (14).

Таблица

Страна	Население (млн.)	Площадь (кв. км)	Расходы на экологию в год		На кв. км (\$ США)
			Всего (\$млн. США)	На душу населения (\$ США)	
Болгария	9.00	111.386	\$33.70	\$3.74	\$302.55
Республика Чехия	10.30	708.806	\$1100.00	\$107.00	\$14000.00
Венгрия	10.30	92.960	\$252.10	\$24.50	\$2712.00
Польша	38.40	312.958	\$889.00	\$23.15	\$2841.00
Словацкая Республика	5.30	48.983	\$173.60	\$32.75	\$3544.00
Эстония	1.40	45.300	\$14.20	\$10.14	\$313.46
Литва	2.40	64.500	\$1.20	\$0.50	\$18.60
Казахстан	16.90	2720.000	\$3.30	\$0.20	\$1.21

В. Василенко (8) отмечает, что для решения продовольственных, энергетических и иных потребностей и выхода на рынки мира в Казахстане, в год добывается и перерабатывается индустрией природопользования на каждого жителя страны свыше 50 т вещества природы. Из них в отходы идет до 95 процентов, и в отвалах уже накоплено свыше 19 млрд. т промышленных отходов - более чем по тысяче на каждого казахстанца! Из этих отходов каждая десятая тонна является токсичной, то есть представляет угрозу здоровью настоящего и будущих поколений. То есть практически нужна полная и глубокая экологическая ревизия современного состояния объектов, отраслей и регионов природопользования, которая все отодвигается и отодвигается, накапливая и усугубляя и без того тяжелейший груз проблем.

Среди стран СНГ, очевидно, и в глобальном масштабе Казахстан занимает первое место по количеству и площади поражения зон экологического бедствия. Казахстан наиболее полно ощутил на себе разрушительную силу ядерного оружия. Пожалуй нигде в мире нет такой обширной территории, пораженной последствиями экологических катастроф. Более половины территории Казахстана можно отнести к зонам экологического бедствия, где более 45 лет проводились испытания ядерного оружия. Суммарная мощность ядерных взрывов в Казахстане в 45 тысяч раз превышает мощность Хиросимской ядерной бомбы. Ни одна территория на планете, и ни один народ в мире не пострадали так жестоко от испытаний полного набора современных средств ядерного арсенала России (15).

Наиболее насущным вопросом для населения зон экологического бедствия, в первую очередь Семипалатинской области и прилегающих регионов, является реабилитация на республиканском уровне и возможные инвестиции международного сообщества. В решении Первого Международного Экологического Конгресса, проведенного Народной Академией Казахстана "Экология" (Алматы, 1997) отмечено:

1. Создать международный целевой фонд при ООН для реализации проектов возрождения этносов - казахов, алтайцев и др., пострадавших от ядерных взрывов и связанных с ними загрязнениями. Основными инвесторами фонда должны стать страны, инициировавшие, а затем и монополизировавшие производство и испытание ядерного оружия - США, Россия, Англия, Франция и Китай.
2. Объявить территорию Казахстана открытой для широкой мировой научной общественности, специализирующихся на проблемах экологии и радиэкологии для оказания медико-биологической помощи, реабилитации населения и окружающей среды. Создать современные консультативные поликлиники, амбулаторные и стационарные учреждения, диагностические и реабилитационные центры.

В 1996 году была принята “Концепция экологической безопасности Республики Казахстан.” В документе отражены особенности экологического статуса Казахстана в переходный период и нормативно-правовая база. К сожалению, этот документ по прошествии всего 4-х лет требует серьезной доработки, т.к. в него не была заложена научно обоснованная стратегическая концепция, в частности по поискам и добыче полезных ископаемых на суше и на море (Каспийское), вопросы охраны фауны при добыче нефти и газа на шельфе и др. В целом данная “Концепция” носит в большей степени декларативный характер. Почему областные экологические фонды используются не по назначению? Например, в Атырауской, Уральской, Южно-казахстанской и других областях. Очевидно плохо работают нормативно-правовые положения, “Закон об охране окружающей среды” (1998).

XXI век диктует более тесное и широкое международное сотрудничество стран и народов планеты Земля во всех направлениях, в том числе в экологии, для выживания и устойчивого развития. В этом плане необходимо всемерно развивать междисциплинарную и проблемную экологизацию наук. Под последней понимают интеграцию различных областей современного научного знания для разрешения локальных региональных и глобальных экологических проблем. Примером подобной интеграции наук является новое научное направление - геоэкология или ландшафтная экология (4, 9, 12, 16).

Очень важно поддерживать развиваемое экологами воззрение биоцентризма или экоцентризма (в противоположность антропоцентризму). Научно-технический прогресс не уменьшает зависимость человека от экологических законов природы. Решение экологических проблем не может быть сведено только к охране окружающей среды; оно требует перестройки всех сфер поведения и деятельности людей, восстановления средорегулирующей функции биосферы.

В работе (7) отмечено, что борьба с загрязнением различных геосфер не является единственной мерой для сохранения окружающей среды и биосферы в целом. Возможно, более важное значение имеет биотическая регуляция окружающей среды. В указанной выше работе (7) сделано следующее заключение: “Величина биотической регуляции достаточна для компенсации современных антропогенных возмущений при условии восстановления естественной биоты на больших территориях. Возможность выживания человечества состоит в восстановлении естественной биоты на большей части территории планеты в масштабах, достаточных для сохранения ее способности к регуляции окружающей среды в глобальных масштабах. Главной экологической задачей человечества должно считаться не сокращение антропогенных загрязняющих выбросов, а сохранение естественной биоты Земли. Это сохранение должно сопровождаться полным прекращением дальней-

шего освоения естественной биоты, в частности биоты открытого океана, и восстановлением естественной биоты на значительной территории освоенной части суши". Подобную средорегулирующую работу выполняют климаксовые сообщества.

Во многих странах (развитых и развивающихся) стремление к линейному экономическому росту приводит к двум негативным эффектам: истощению природных ресурсов и деградации среды обитания живых существ. Интенсивно возрастающая степень антропогенного воздействия на окружающую среду в глобальном масштабе выявляет тесную связь между природной средой, здоровьем человека, экономикой, социальной справедливостью и национальной безопасностью (9). Необходимо осознать катастрофичность развития, при котором экономика определяет поведение человека. Причиной такого развития был антропоцентризм, который по своей природе является системой с самоутверждающимся сокращением, или, образно выражаясь, "самопожирающей системой". Учитывая вышеизложенное, необходимо объединение сил учёных для решения самых важных и неотложных экологических проблем. В данном аспекте необходимо улучшать и унифицировать глобальную (и национальную) систему экологического мониторинга с использованием аэрокосмических снимков (10).

Естественно, одной из важнейших проблем в новом тысячелетии будет оставаться проблема всеобщего экологического образования и воспитания всех слоёв населения на новых методологических основах. Цивилизованное общество, в том числе Республика Казахстан, осваивающая рыночную экономику, может развиваться успешно лишь при хорошо налаженной системе образования, науки и культуры. Не случайно генеральный директор ЮНЕСКО Ф. Майор (1996) придаёт огромное значение роли культуры в устойчивом развитии государства и общества.

Для Казахстана в обозримом будущем важнейшими экологическими проблемами будут оставаться: изменение климата и его последствия (6, 11), проблемы деградации почв и опустынивания территории (1, 2, 3, 5, 17), сохранение биоразнообразия биоты и естественных ландшафтов (18). За последние 60-100 лет потепление климата в Казахстане возросло до 1,3 градусов Цельсия, а в Северном Казахстане - до 1,7-2 градусов (6). Потепление будет усиливаться, особенно в первой половине третьего тысячелетия. Проблема биоразнообразия непосредственно связана с созданием в республике новых охраняемых территорий или "экологической сети" по А. А. Чибилёву (18). Россия, Казахстан и Украина присоединились к "Конвенции о биологическом разнообразии." В степной зоне России и Казахстана возникла "проблема восстановления и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия." Эта проблема стала межгосударственной: "согласовать списки редких и исчезающих биологических видов двух государств (и со-

ответственно, национальные Красные книги); создать научную и организационно-правовую основу для организации совместных (примыкающих к границе) природных резерватов" (18).

Важное значение имеет работа экологов, ботаников, зоологов, почвоведов, географов и других специалистов по единой экологической программе. В этом плане определенный интерес представляют некоторые опубликованные программы и методы экологических исследований (13):

- Современные Методы эколого-географических исследований. "Материалы к IX съезду Географического общества СССР" Л., 1990;
- Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. М: "Экспертное бюро - М," 1998;
- Рекомендации рабочего совещания экспертов социалистических стран "Программа и методы экологического мониторинга в биосферных заповедниках," Пушкино, 1981, 36 С.;
- Концепция единой государственной системы экологического мониторинга Республики Казахстан, Алматы, 1994, 25 С.;
- Проблемы радиозологии. Серия "Радиационная биология," т. 4 - М.: ВИНТИ, 1983, 147 С.;
- Экология и безопасность: Справочник. В 3-х т. // Под ред. Н.Т. Рыбальского. - М., 1993;
- Критерии оценки экологической обстановки территории для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Зелёный Мир. Российская экологическая газета. - 1994. - №12, С. 8-11;
- Концепция экологической безопасности. Утв. Минприроды РФ. Минприроды РФ. 1995;
- Проблема оценки нормы и патологии состояния экосистем // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., 1977;
- Фёдоров В. Д., Сахаров В. Б., Левич А. П. Количественные подходы к проблеме оценки нормы и патологии экосистем // Человек и биосфера. М.: Изд-во МГУ, 1982. Вып. 6, С. 3-42.;
- Ядерная энциклопедия. М.: Благотворительный фонд Ярошинской. 1996.

В целях развития и координации экологических исследований в аридной зоне было бы целесообразно создание международного НПО "Ассоциация экологов Центральной Азии" с центром в Алматы при координирующей роли ООН.

С распадом СССР и изолированности входивших в него стран, учёные республики ощущают дефицит научной информации, в том числе и по экологии. В России издаются десятки журналов по различным направлениям экологии. В Казахстане пока нет периодического

специализированного научного издания по экологии. Это, естественно, сдерживает развитие научного поиска и практических достижений... Весь мир знает и читает журнал ООН "Курьер ЮНЕСКО," "Природа и ресурсы" и другие издания. Было бы желательно издание научного или научно-популярного журнала ООН "Экология планеты," доступного для читателей всех стран. Многие издания ООН (книги) по проблемам экологии и охране природы, к сожалению, не доходят до читателей Казахстана. Для нас желательны книги (издания) на русском языке.

Автор много лет изучает вопросы деградации почв и опустынивания семиаридных и аридных зон. В рамках ООН было бы полезно издать обобщенную по континентам, странам и природным зонам работу: "Опыт борьбы с опустыниванием." Очень важно, чтобы она была издана и переведена на языки многих стран аридной зоны мира и была доступна для специалистов. Нам необходим гарантированный доступ к экологически чистым технологиям и научно-технической информации. Это особенно важно для защиты национальных интересов и приоритетов, как экологически уязвимой страны.

Последним дополнением сжатого доклада можно отметить важность и необходимость уделения внимания проблемам изучения эко-развития макроэкологии и экологии человека. Здесь нет необходимости доказывать важность и значимость этого направления.

В заключение выражаю благодарность организаторам исторического, межтысячелетнего, международного форума - координатору Ерментгаю Сулганмурату и резиденту-координатору ООН в Казахстане Герберту Берстоку.

Литература

1. Бельгибаев М. Е. Влияние золотых процессов на динамику почвенного покрова семиаридной зоны Казахстана. Автореферат дисс. на соискание учёной степени доктора географ. Наук в форме научного доклада. - М.: ИГРАН, 1993. - 62 С.
2. Бельгибаев М. Е. Диагностические показатели аридизации и опустынивания семиаридной зоны Казахстана // Гидрометеорология и Экология. - 1995. - №2. - С. 175-201.
3. Бельгибаев М. Е., Фаизов К. Ш. Современный антропогенез и проблемы экологии почв Казахстана // Гидрометеорология и Экология. - 1996. - №1. - С. 154-165.
4. Бельгибаев М. Е. Концептуальные основы геоэкологии // Первый Международный Конгресс "Экологическая методология возрождения человека и планеты Земля." Материалы Конгресса. Часть 1. - Алматы, 1997. - С. 222-226.
5. Бельгибаев М. Е. Деградация почв и их последствия в аридной зоне Казахстана // Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан. Алматы, 1998. - С. 74-76

6. Бельгибаев М. Е., Белый А. В. Изменение климата и аридизация территории Северного и Центрального Казахстана // Гидрометеорология и Экология. - 1999. - №4. - С. 203-214.
7. Биотическая регуляция окружающей среды // В. В. Горшков, В. Г. Горшков, В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев, А. М. Макарьева // Экология. - 1999. - №2. - С. 105-113.
8. Василенко В. Без соблюдения экологических приоритетов невозможно возрождение и устойчивое развитие Казахстана // Жербесік (Ноосфера). Экологический альманах. - Алматы, 1996. - №1. - С. 334-335.
9. Горшков С.П. Геоэкология - новый уровень междисциплинарной интеграции // Вестник Москов. Ун-та. - 1997. - №3. - С. 8-11.
10. Жирар М. К., Исавва Л. А. Применение методов дистанционного зондирования в исследованиях аридных и семиаридных районов // Природа и ресурсы (Юнеско). - 1990. - Том 26, №1-2. - С. 3-10.
11. Первое национальное сообщение Республики Казахстан по рамочной конвенции ООН об изменении климата. - Алматы, 1998. - 73 С.
12. Преображенский В. С. Суть и формы проявления геоэкологических представлений в отечественной науке // Изв. РАН, Сер. географ. - 1992. - №4. - С. 5-11.
13. Программа исследований по исторической экологии в СССР в связи с проблемами биосферы // Экология. - 1977. - №4. - С. 104-112.
14. Стаблбайн С., Липсиц Ю. Национальный план действий по охране окружающей среды в Республике Казахстан (взгляд зарубежного эксперта) // Жербесік (Ноосфера). Экологический альманах. - Алматы, 1996. - №1. - С. 326-333.
15. Тлеубергенов С. Т. Полигоны Казахстана. - Алматы: Гылым, 1997. - 720 С.
16. Троль К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биогеоценология // Изв. АН СССР, серия географ. - 1972. - №3. - С. 114-120
17. Фаизов К. Ш., Бельгибаев М. Е. Почвенные ресурсы Казахстана, их использование и охрана // Гидрометеорология и Экология. - 1995. - №3. - С. 126-135.
18. Чибилёв А. А. Стратегия сохранения степных и полупустынных ландшафтов в Российско-Казахстанском приграничном регионе // Изв. РАН, серия географ. - 1999. - №4. - С. 85-92.

Казахский государственный национальный университет им. аль-Фараби

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҮШІНШІ МЫҢЖЫЛДЫҚТЫҢ ЭКОЛОГИЯСЫНЫҢ КЕЙБІР ПРОБЛЕМАЛАРЫ

Геогр. ғыл. докт. М. Е. Белгібаев

Қазақстанның үшінші мыңжылдықтағы экологиялық жағдайы сипатталады. Климаттың өзгерісі жылудың дамуына әсер етеді, шөлдену процестері өзінің көлемін кеңейтуі мүмкін. Топырақ пен өсімдіктердің тозуы, кемігені байқалады кейінгі 40-50 жылдың ішінде. Жалпы экологиялық жайғдай нашарлауы болжанады.

УДК 502.7

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ
РЕКОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОГЕННЫХ НАРУШЕННЫХ
ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Докт.техн.наук

Канд.техн.наук

Канд.техн.наук

М.Ж.Мустафаев

С.Умирзаков

А.Сагаев

Н.Х.Ахметов

В работе приведены методологические основы оценки уровня техногенных нарушенных природных систем при мелиорации сельскохозяйственных земель. На основе структурно - системного анализа показаны пути решения проблемы экологического обоснования реконструкции техногенных нарушенных природных систем с помощью целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса на старо орошаемых землях.

Крупное водохозяйственное строительство и мелиорация сельскохозяйственных земель Центральной Азии являются мощными антропогенными факторами воздействия на природную среду, которые по своей силе соизмеримы с геологическими факторами. Изменение в структуре природной системы, вызванные хозяйственной деятельностью, приводят к формированию антропогенных агроэкологических ландшафтов и могут быть как целесообразными, так и нежелательными. Последние являются итогом неразумного ведения хозяйства, неполного учета взаимосвязей природных компонентов при мелиорации сельскохозяйственных земель, осуществлении тех или иных мелиоративных мероприятий. В результате во многих природных системах Центральной Азии сознательно трансформированных человеком, для выполнения тех или иных социально-экономических задач, образовались техногенно нарушенные природные системы, требующие реконструкции на качественно новом уровне управления, что позволило бы согласовать действие человека и процессы эволюции природы.

Экологическое обоснование сбалансированного преобразования природной среды в начале XXI века стало одним из основных и наибо-

лее актуальных проблем в системе природопользования и природообустройства. Это связано с необходимостью реконструкции техногенно нарушенных ландшафтов во многих регионах аридных зон, что было вызвано широким развитием антропогенной деятельности человека, которое привело к резкому нарушению практически всех естественных процессов: изменился режим постоянных и временных водотсков основных речных систем; значительно усилились геохимические потоки за счет вовлечения в активный круговорот огромной массы солей, ранее «захороненных» природой; изменился микроклимат в пределах орошаемых массивов и прилегающих к ним территорий, а также почвенные, биологические, гидрогеологические и экологические процессы.

Антропогенная деятельность человека оказалась одной из основных причин деградации природы из-за многовекового преобладания потребительского неконтролируемого использования ресурсов и отсутствия экологической оценки методов и технологий мелиорации сельскохозяйственных земель и строительства водохозяйственных систем.

Широкое развитие ирригации и формирование современных водохозяйственных систем в Центральной Азии началось в основном после присоединения Туркестанского края к России и прошло сложный и трудный путь становления, обусловленный многочисленными изменениями государственного устройства и социально-экономических условий [1]. В связи с этим, с целью определения уровня техногенных нарушений природных систем в результате антропогенной деятельности человека необходимо выполнить ретроспективный анализ развития водохозяйственных систем и анализ основных целей и задач, которые ставились человечеством на разных этапах его развития. Такой анализ необходим, во-первых, для установления основных противоречий между производительной деятельностью и природной средой, приведших к современной экологической кризисной ситуации во многих аридных регионах Земли, и, во-вторых, для разработки концепции и стратегии мелиорации сельскохозяйственных земель в техногенных нарушенных природных системах, связанных с определением путей выхода из кризиса. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель принятой в XX веке в Центральной Азии при использовании его природных ресурсов была основана на покорении природы, что привело к природоразрушающему характеру развитие хозяйственной деятельности во многих регионах аридной зоны Планеты.

Как видно из таблицы 1, в XX веке старая административно-командная система планирования и управления природным комплексом привела к несоответствию характер развития производительных сил к характеру природоохранных отношений в Центральной Азии. В результате перерасход водных ресурсов в республиках Центральной Азии, усугубившийся рядом маловодных лет и обостривший до крайности экологический кризис, особенно в низовьях реки Сырдарьи и Амударьи, вызвал гибель Аральского моря и катастрофическое поло-

жение в Приаралье. При этом ухудшение почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель, в результате процесса вторичного засоления, наблюдается во всех природно-ландшафтных зонах Центральной Азии.

Эти данные убедительно показывают, что поддержание промывного режима орошения и применение практически ежегодных на засоленных почвах вневегетационных поливов на фоне дренажа, по рекомендации научно-технического совещания 1964 года в Ташкенте, не смогла обеспечить устойчивую динамику водно-солевого режима почв на локальном и региональном уровне на орошаемых землях Центральной Азии.

Теоретические разработки научной школы С.Ф. Аверьянова (1965-1980 гг.) и созданные на их основе модели касались в основном локального уровня (орошаемого поля) и в основном были одномерными, реже двумерными в пространстве. Они не позволяли рассмотреть динамику водно-солевого режима орошаемых земель в региональном пространственно-временном плане (на крупных массивах), выявить нарушения естественных гидрохимических потоков геосистем в связи с крупным водохозяйственным строительством и развитием орошения/1/. В результате на протяжении 40 лет не составлялись серьезные экологические прогнозы и не проводилась оценка уровня техногенных нарушений природных систем, в условиях бурно развивающегося водохозяйственного строительства.

Ретроспективный анализ использования природных ресурсов в системе природопользования в бассейне Аральского моря представляет ее не только как смену социально-экономических формаций, развития производительных сил, но и как процесс взаимоотношений общественных и природных систем, переход от материальных культур с относительно низкими нагрузками на природный комплекс к более высоким параметрам этих нагрузок. Так как до начала «большой ирригации» в Центрально-Азиатском регионе на полив одного гектара тратили не более 7-8 тыс. м³ воды в год. По мере расширения масштабов орошения поливные нормы непрерывно возрастали и, в конце концов, достигли значения 12-14 тыс. м³ на гектар /2/. За 40 лет эксплуатации мелиоративных систем не удалось коренным образом избавиться от вторичного засоления земель, не смотря на то, что объем коллекторно-дренажного стока за этот период возрос с 5-6 до 32-34 км³ в год, а водозабор соответственно с 50,3 до 86,0 км³ в год /1/. При этом минерализация воды в источниках, особенно в среднем течении и в дельтах рек, возросло до 1-2,5 г/л, одновременно ухудшилось качество воды и существенно превысило ПДК по многим показателям в результате сбросов в реки коллекторно-дренажного стока, производственных стоков многочисленных предприятий и промышленных производств, бытовых стоков городов и населенных пунктов /4/.

Таким образом, под влиянием водохозяйственной, мелиоративной, сельскохозяйственной и другой деятельности природная система мо-

жет выйти из равновесного устойчивого состояния, и если ее изменения вызовут необратимые нарушения в структуре и функционировании присущих ей циклических потоков воды, химических и питательных веществ в большом геологическом и малом биологическом круговоротах, то их можно называть техногенно нарушенными природными системами.

Как видно из таблицы 1, главный упор в отношении человека к природе делался на отношения, реализуемые в самой сфере производства, где он господствует безраздельно над силами природы. При этом внешние связи сферы производства с природой, с источниками природных ресурсов, а также непосредственные связи самого человека с природой, как среды его обитания, оставались в тени внимания, без оценки пригодности жизнедеятельности природного комплекса. Все это привело к тяжелой экологической катастрофе с нарушением техногенных природных систем, разразившейся в бассейне Аральского моря, в низовьях рек Амударьи и Сырдарьи, во всем Приаралье и угрожающей гибелью компонентам экосистемы. Экологический кризис неумолимо «ползет» вверх по течению рек Амударьи и Сырдарьи и требует срочной корректировки сложившейся стратегии и практики орошаемого земледелия [1].

В результате человечество на практике столкнулось с техногенными нарушенными природными системами, требующие комплексной реконструкции мелиоративных систем, рассматривая их как деятельностно-природные системы и на базе этого оптимизируя почвообразовательный процесс, с применением более совершенных организационно-хозяйственных и технологических решений по регулированию гидротермического режима орошаемых земель.

Таким образом, концепция существующего в XX веке природопользования и природообустройства при мелиорации сельскохозяйственных земель не может удовлетворить требования экологии в условиях техногенных нарушенных природных систем. В настоящее время экологические ценности и ресурсы, их деградация вряд ли могут быть адекватно оценены в ситуации сложившейся в системе природопользования на орошаемых землях Центральной Азии.

В конце XX века, осознание единства и взаимозависимости эколого-экономического комплекса определило характер проблемы сохранения окружающей среды, а их глобальный масштаб - первостепенную значимость экологических целей в системе природопользования и природообустройства, в том числе мелиорации сельскохозяйственных земель и водохозяйственного строительства.

В XXI веке система природопользования на фоне техногенных нарушенных природных систем должна представлять собой сознательное регулирование и управление природными процессами взаимодействия между обществом, производством и природной средой. На основе этих концептуальных решений, многоплановость и комплексный характер проблемы мелиорации сельскохозяйственных земель выдви-

гают требования системного программно-целевого подхода к обеспечению качества окружающей среды техногенных нарушенных природных систем. Эффективность системы охраны и управления ее качеством в значительной мере зависит от уровня разработок методологических основ оценки степени техногенных нарушений природных систем в результате антропогенной деятельности человека в системе природопользования и природообустройства. Направляющий механизм этой системы базируется на методологии научно-технического подхода к решению экологических проблем и его использования в прогнозировании уровня изменения компонентов природных систем. При этом принципиальными концептуальными положениями рационального регулирования мелиоративных, водохозяйственных и сельскохозяйственных воздействий на все техногенно нарушенные природные системы, в том числе на почвообразовательные процессы, является сбалансирование в пространственно-временных масштабах законов сохранения количества энергии и веществ и равновесного динамического развития природных процессов.

Существует определенное соотношение между максимально возможным и использованным в результате хозяйственной деятельности человека компонентами природного ресурса, что позволяет сохранить экологическое равновесие в природных и полуприродных экосистемах (таблица 2).

В определенной степени эти соотношения характеризуют уровень использования природных ресурсов и изменений их компонентов в системе природопользования и, их можно называть коэффициентами или показателями техногенных нарушенных природных системы:

• при агротехническом освоении территории:

$$K = \frac{F_i}{F}$$

где: F_i - площадь сельскохозяйственных освоенных территории, га;

F - площадь природных или полуприродных экосистемы, га.

• при мелиорации сельскохозяйственных земель:

$$K = \frac{O_p^\phi - O_p^n}{O_p^n}$$

где: O_p^ϕ - фактическая оросительная норма или удельная водозабор, м³/га;

O_p^n - почвенно-экологическая допустимая норма орошения обеспечивающая оптимальное соотношение тепла и влаги в конкретных природно-климатических зонах, м³/га.

Таблица 1

Степень техногенных нарушений природных систем бассейна Аральского моря

Годы	К концу периода								Удельный водозабор, тыс. м ³ га		Коллекторно-дренажный сток, км ³	
	площадь, млн. га		площадь заселенных земель, млн. га		водозабор, км ³		минерализация воды, г/л					
	F	Ki	F	Ki	Q	Ki	C	Ki	Op	Ki	Qk	Ki
1915	2,000	0,0735	0,10	0,0500	15,0	0,13	0,4	-	4,0	-	-	-
1931	3,071	0,1129	0,30	0,1000	20,0	0,18	0,5	-	5,3	-	-	-
1940	4,337	0,1594	0,86	0,2000	26,1	0,23	0,5	-	6,0	-	-	-
1951	4,545	0,1671	1,36	0,3000	32,1	0,28	0,6	0,200	7,1	-	2,0	0,0139
1960	4,982	0,1684	2,79	0,5600	40,4	0,35	0,7	0,400	8,2	-	5,5	0,0482
1970	5,129	0,1885	2,87	0,5600	50,3	0,44	1,0	1,000	9,8	0,225	11,0	0,0965
1980	6,127	0,2250	3,43	0,5600	65,6	0,58	1,0	1,000	10,7	0,337	29,5	0,2587
1985	6,930	0,2548	4,16	0,6000	86,0	0,75	2,5	4,000	12,4	0,550	32,0	0,2895

**Основные нормативные показатели,
характеризующие допустимые нормы техногенных нагрузок
на природные системы (по данным Н.Ф. Реймерса, И.П. Айдарова,
М.С. Григорова, И.П. Кружилина, Б.С. Маслова, Л. В. Кирейчева,
Ж.С. Мустафаева и других)**

Природно-географическая зона	Доля природных элементов ландшафта, %	Доля сельскохозяйственных угодий, %	Доля мелиорируемых земель*	Оптимальная площадь		Допустимые нормы техногенных нагрузок на природную систему
				мелиоративной системы, тыс. га	сельскохозяйственного поля, га	
Лесостепная	30-35	65-70	0,3	2-3	28-80	0,35
Степная	20-30	70-80	0,3-0,5	5-6	200-400	0,30
Сухостепная	25-35	65-75	0,5-0,6	10-30	400-600	0,35
Полупустынная	35-50	50-65	0,6-0,85	50	200-300	0,50
Пустынная	50-60	65-70	0,85-0,90	60	150-200	0,60
Предгорная полупустыня	50-40	65-45	0,90-0,80	35	300-400	0,40
Предгорная степь	40-30	45-40	0,80-0,70	15-20	400-500	0,35
Горные степи и леса	30-20	40-30	0,70-0,55	15-10	500-600	0,25

* От площадей сельскохозяйственной угодий.

- при использовании водных ресурсов бассейна рек:

$$K = \frac{Q_b - Q_c - Q_p}{Q_b}$$

где: Q_b - располагаемые водные ресурсы бассейна рек, км³ или м³/с;

Q_c - санитарный попуск, обеспечивающий экологическую устойчивость в низовьях бассейнов рек, км³ или м³/с;

Q_p - объем водозабора для нужды промышленных предприятий и сельскохозяйственных организаций, км³ или м³/с.

- при оценке изменений гидрохимического режима бассейнов реки:

$$K = \frac{C_i - C_e}{C_e}$$

где: C_e - естественная минерализация воды рек до антропогенной деятельности человека, г/л;

C_i - минерализация воды рек, в процессе антропогенной деятельности человека, г/л.

- при сбросе в водоем возвратных вод:

$$K = \frac{Q_{dp}}{Q_b},$$

где: Q_{dp} - коллекторно-дренажные и сточные воды, км³ или м³/с.

- при оценке гидрохимического режима орошаемых земель:

$$K = \frac{F_s}{F_l},$$

где: F_s - площадь малопродуктивных засоленных земель, га.

Приближенные значения коэффициента, характеризующего уровень техногенных нарушений природных систем, имеют вид:

$$K_c = \sum_{i=1}^n K_i / n,$$

где: n - количество компонентов природной системы, принятых для определения уровня техногенных нарушений природных систем.

Таким образом, предложенные коэффициенты, характеризующие уровень техногенных нарушений природных систем, при использовании природных ресурсов позволяют, на основе ориентации на обеспечение экологической безопасности, снижение ресурсоемкости производства и повышение его экологичности, сформировать качественно новую методологию индуктивного планирования и стратегии управления природными процессами в условиях антропогенной деятельности человека в техногенных нарушенных природных системах.

По данным Реймерса Н.Ф., Штильмарка Ф.Р. [5], считается, что в лесостепной зоне необходимо иметь 25-30 % естественных экосистем, в степной - 35-40, но местами допустима распаханность до 80 % территории. В масштабе бассейна Аральского моря эти соотношения еще практически не нарушены, но находятся на предельных границах.

В основу методологии оценки экологически допустимых отклонений под влиянием водохозяйственной и мелиоративной деятельности Н.И.Парфеновой и Н.М.Решеткиной было положено, что на регио-

нальном уровне суммарное воздействие гидротехнического строительства и развития орошения на гидрохимические потоки отдельных бассейнов и регионов не должно превышать 25-30% естественных колебаний стока поверхностного и подземного или не превышать амплитуд 30-40-летних природных ритмов /6/. Как видно из таблицы 1, эти предельные значения использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря, после которого наступают необратимые негативные сдвиги при сложившемся динамическом экологическом равновесии, уже давно в несколько раз превысили допустимые нормы.

Реконструкцией на действующих мелиоративных системах техногенных нарушенных природных систем решаются экономические, социальные и экологические задачи. Решение экономических задач заключается в повышении производительности труда, снижении себестоимости продукции и росте объема производства продукции, а экологических — в направленном воздействии человека на природную среду в плане «вода — почва — растение — атмосфера», в целях более эффективного регулирования почвообразовательными процессами повышения плодородия почв. На орошаемых землях техногенных нарушенных природных системах эти задачи могут быть реализованы путем целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса на основе многовариантных прогнозов формирования мелиоративного режима на фоне различных мелиоративных, водохозяйственных и сельскохозяйственных мероприятий.

Как известно, под оптимальным мелиоративным режимом понимается сочетание орошения и дренажа, которое обеспечивает целенаправленное регулирование почвообразовательного процесса, соответствующий максимально возможному в данных природных и почвенных условиях затратам фотосинтетически активной радиации на их формирования. Однако в настоящее время в существующих техногенных нарушенных природных системах целенаправленное управление или регулирование почвообразовательным процессом на потенциально склонных к засолению и лугово-болотных образованиях почв практически невозможно. По этому схема расчета мелиоративного режима для целенаправленного регулирования формирования почвообразовательного процесса при реконструкции орошаемых земель в техногенных нарушенных природных системах должна составляться с учетом динамики почвенно-мелиоративных и гидротермических процессов на орошаемых землях. Следовательно, основной задачей реконструкции техногенных нарушенных природных систем является в пространственно-временных масштабах обеспечение перехода мелиоративного режима почв от гидроморфного до автоморфного путем создания условия целенаправленного управления направленности почвообразовательного процесса в следующих системах: «лугово-болотного — лугового — лугово-сероземного — сероземно-лугового — сероземного — светло-каштанового — каштанового — темно-каштанового — черноземного».

Основные мероприятия для осуществления этой задачи должны быть направлены на согласование условий почвообразовательного процесса соответственно законам эволюции.

Естественно, создание и регулирование мелиоративного режима почв на орошаемых землях в комплексе формирования почвообразовательного процесса и урожая сельскохозяйственных культур имеет циклический характер. Поэтому, создание экологически устойчивой агроландшафтной системы в техногенных нарушенных природных системах, рассматривается как динамически равновесное функционирование природных процессов, установившееся за длительный период геологического развития. При экологическом обосновании мелиорации земель техногенных нарушенных природных системах должна учитываться специфика природной обстановки: геологического строения, направленности почвообразовательного процесса, природно-климатической обстановки, гидротермического режима орошаемых земель, гидродинамики и гидрохимии потоков ландшафтно-географической зоны. В связи с этим, целенаправленное регулирование мелиоративного режима орошаемых земель в техногенных нарушенных природных системах должно базироваться на разработанных теоретических концепциях формирования почвообразовательного процесса и функционирования гидрогеохимической системы и тех изменениях природных ритмов, которые длительное время вносила орошение и водохозяйственная деятельность [7]. Для каждого уровня мелиоративного режима почв на орошаемых землях с особенностями почвообразовательного процесса характерны свои показатели, по которым установлены природно-экологические допустимые критериальные ограничения: показатели гидротермического режима, затраты энергии на почвообразование, интенсивность влагообмена, экологически допустимые оросительные нормы, недопущение перехода природного автоморфного режима почв в гидроморфный.

Задача регулирования мелиоративных режимов в техногенных нарушенных природных системах является по существу задачей управления экологической системой или кибернетической задачей, которая определяет ряд основополагающих принципов конструируемого метода: принцип целостного подхода; генетический принцип; принцип иерархической организации, выделение ключевых, интегрирующих факторов (рисунки). Последний принцип означает, что для предсказания поведения систем важно знать, не как они построены из более простых, а как они организованы между собой.

В связи с этим, в основу построения модели техногенных нарушенных природных объектов, приняв открытую В.В. Докучаевым связь между факторами почвообразования с динамикой проектируемых почвенно-мелиоративных процессов, целесообразно выделить три периода (фазы) управления почвообразовательными процессами на орошаемых землях:

- восстановление равновесного динамического развития природных процессов, цель которого заключается в обеспечении оптимального водного режима почвы при минимальных затратах, определяющего

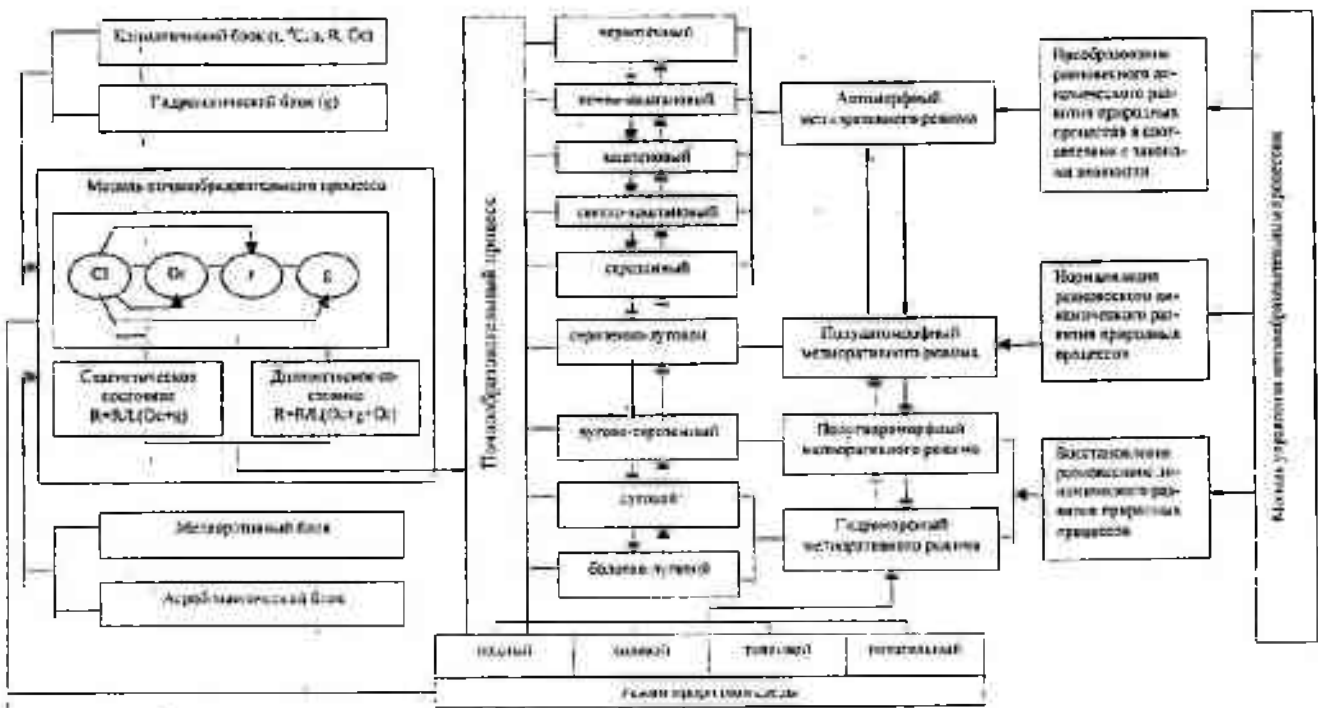


Рис. Схема познания и регулирования почвообразовательного процесса в техногенно нарушенных природных системах

благоприятное направление почвообразовательного процесса и замедляющего геологический круговорот веществ, путем ликвидации или локализации экстремального воздействия к возврату ее к нормальному функционированию:

- нормализации равновесного динамического развития природных процессов, цель которого является, путем обеспечения оптимального соотношения тепла и влаги на орошаемых землях, целенаправленное регулирование почвообразовательного процесса, предотвращающий развитие внутренних негативных последствий в результате мелиоративного воздействия;

- преобразования равновесного динамического развития природных процессов в соответствии с законами эволюции, цель которого является, на основе принципа энергетической сбалансированности тепла, влаги и питательных веществ, с учетом природных режимов, не только регулировать направленность почвообразовательного процесса, но и научно обосновать охрану и рациональное использование водно-земельных ресурсов.

Таким образом, на основе современных методологических принципах экологического обоснования мелиорации сельскохозяйственных земель, на техногенных нарушенных природных системах путем разумного дозирования мелиоративных нагрузок и обеспечения сбалансированного соотношения тепла и влаги, создать условия целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса соответственно законам эволюции. В этом случае поэтапное улучшение энергетического баланса почвообразовательного процесса, синтез и разрушение органического вещества, усиление гумификации или ослабление минерализации, целенаправленное регулирование большого геологического и малого биологического круговоротов можно обеспечить с помощью комплекса мелиоративных, водохозяйственных и агротехнических мероприятий, руководствуясь благоприятными гидротермическими режимами орошаемых земель.

Литература

1. Решеткина Н.М., Икрамов Р.К. Борьба с засолением земель и экологический кризис в Приаралье // Мелиорация и водное хозяйство, М., №1, 2000, с 33-36.
2. Духовный В.А., Умаров П.Д. Водосбережение-главный фактор стабилизации развития региона бассейна Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство, М., №4, 1999, с. 9-11.
3. Мустафаев Ж.С. и др. Экологическая оценка природных систем в зонах бассейна Аральского моря (Аналитический обзор), Тараз, 1997, 80 с.

4. Мустафаев Ж.С. и др. Пути улучшения природно-экологической ситуации в бассейне Аральского моря (Аналитический обзор), Тараз, 1997, 70 с.
5. Богданов И.Я., Маркузе В.К. Экологические и эколого-экономические принципы мелиорации земель // Вестник сельскохозяйственной науки, М, №12, 1986, с 19-27.
6. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрохимического режима орошаемых земель, Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1995, 360 с.
7. Мустафаев Ж.С., Садыков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель (Аналитический обзор), Тараз, 1996, 70 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**ТЕХНОГЕНДІК БҰЗЫЛҒАН ТАБИҒИ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚАЙТА ҚҰРУ
КЕЗІНДЕГІ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ МЕЛИОРАЦИЯСЫН
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕУДІҢ МӘСЕЛЕСІ**

Техн.ғыл.жокт.	Ж.С.Мустафаев
Техн.ғыл.канд.	С.Өмірзақов
Техн.ғыл.канд.	Ә.Сағаев
	Н.Х.Ахметов

Бұл жұмыста ауылшаруашылық мелиорациясының нәтежесінде техникалық бұзылған табиғи жүйелерді бағалаудың әдістемелік нұсқасы берілген. Техникалық бұзылған табиғи жүйелерді қайта құру кезіндегі ауылшаруашылық мелиорациясын экологиялық тұрғыдан негіздеудің мақсаттық жолы көрсетілген.

УДК 577.4.:628.19.628.31.(541.1)

**УТИЛИЗАЦИЯ БОРСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД
В КАЧЕСТВЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ**

Канд.техн.наук А.Сарсенов

В работе приводятся результаты исследований по разработке способов переработки оборотных (сточных) вод АО "Фосфохим" на борсодержащие микроудобрения. Предложена схема переработки борсодержащих вод при помощи спецфильтров ПГС (полимерноглобулярной структуры).

В настоящее время проблема загрязнения гидросферы региона Западного Казахстана бором усложняется за счет вторичного накопления его в Актюбинском водохранилище. Главный источник загрязнения - шламовые пруды, остаются существовать. Одним из наиболее радикальных способов решения проблемы охраны окружающей среды является комплексное использование отходов - этому посвящено данное исследование.

Как показал анализ литературы, для растений вреден как недостаток, так и переизбыток бора. Наиболее экономичные способы внесения борных удобрений - это замачивание семян в растворах 150-200 мг/л H_2BO_3 или опрыскивание семян перед посевом 0.05-0.01 % растворами этого микроэлемента. В последнем случае требуется лишь 6-8 л раствора на 1ц семян.

Сточная вода борных цехов имеет, как правило, рН меньше 7. В то же время она является относительно концентрированным по бору удобрением. При использовании 0.01% водного раствора, то есть 0.1 г/л, сточную воду следует разбавлять в 10 раз, так как исходная концентрация бора в ней была равна 1 г/л.

Кроме бора, общий сброс борных цехов содержит другие полезные для растений минеральные компоненты: фосфор, железо, магний и т.п. Например, средняя концентрация (в мг/л) фильтруемого железа была 23.8, кальция - 715.6, магния - 1345.5, бора - 932.9, фосфора - 5.3.

После нейтрализации сточной воды оксидом кальция до рН=7 был проанализирован химический состав воды, непосредственно используемой нами для опытов. Анализ показал следующие результаты (концентрация в % - числитель и мг-эквивалентах - знаменатель) -

(%/мг-экв/л.): карбонат - отсутствует, бикарбонат - $(0.128/2.100)\%$ /мг-экв/л, хлорид - $(0.297/8.50)\%$ /мг-экв/л, сульфат - $(1.430/29.80)\%$ /мг-экв/л, кальций - $(0.280/14.00)\%$ /мг-экв/л, магний - $(0.140/11.70)\%$ /мг-экв/л, натрий - $(0.326/14.2)\%$ /мг-экв/л, сумма солей 2.537%, P_2O_5 -55 мг/л, K_2O -790 мг/л, фтор - 113 мг/л=6 мг-экв/л, бор - 1000 мг/л. Фактически, как видно из этих данных, обработанная CaO вода является бормагниевым удобрением (БМУ).

Показано, что в процессе развития зародышей различных сельскохозяйственных культур происходит, при оптимальных разбавлениях, статистически достоверное улучшение биометрических показателей их роста. Наибольший эффект наблюдается на талой воде, по сравнению с дистиллированной, умягченной и водопроводной, что связано, очевидно, с повышенной биологической активностью талой воды. На пшенице сорта "Саратовская - 29", достигнуто при прочих равных условиях полутора - двухкратное увеличение энергии прорастания и биометрических показателей развития семян. Оптимальной концентрацией является 0.15 мл БМУ на 2 г семян. Всхожесть повышается на 10 % у огурцов и на 20% у дынь, а биомасса этих растений увеличивается соответственно на 30% и 60% по сравнению с контролем. Начиная со 150-200 кратного разбавления, сточная вода может быть использована для обычного орошения.

При соответствующих небольших разбавлениях, после несложной химической обработки (отстаивание, нейтрализация, фильтрование) вода шламонакопителей может быть использована в качестве эффективного борсодержащего микроудобрения для предпосевной обработки семян или внекорневой подкормки растений в период их вегетации.

Проведены рекогносцировочные опыты в полевых условиях, на одном из наиболее отзывчивых на бор растений — свекле и культуре с коротким периодом вегетации - редисе. На посевах свеклы столовой проводили внекорневую подкормку, а семена редиса замачивали перед посевом на 12 часов. По сравнению с контрольными опытами масса корнеплодов редиса была больше контрольной на 10.8%, а масса корнеплодов свеклы была больше на 22.5%. В расчете на сырую массу корнеплодов редиса, аргохимический анализ показал увеличение клетчатки на 2.5%, протеина на 3.3%, сахара на 3.0%, крахмала на 0.4%.

Эффективность БМУ еще более значительно возрастает при добавлении в раствор комплексообразователя бора - многоатомного спирта (в частности ксилита). Например, биометрические показатели развития семян пшеницы (длина проростков, число и длина корешков) при совместном действии БМУ и ксилита возрастают в 1.5-5.5 раза.

Экономический эффект от использования борсодержащих микроудобрений не менее чем в 2.3 раза превышает затраты по их применению. Вариант схемы переработки борсодержащих вод при помощи специфических ПГС (полимерноглобулярной структуры) приведен на рисунке.

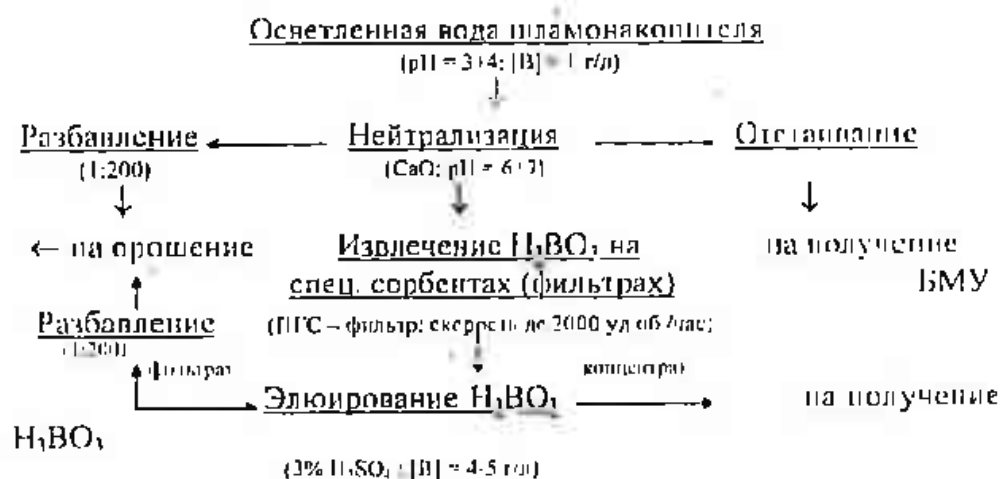


Рис. Утилизация борсодержащих сточных вод

Для извлечения бора из сточных вод весьма перспективен ПГС-фильтр ФЭЛ-114, селективно связывающий бор в нейтральных, слабощелочных и слабокислых растворах, независимо от величины солевого фона исходного раствора. Например, из раствора технических вод, содержащего 419 мг/л бора на фоне 25,4 г/л посторонних солей и скорости фильтрования 1900-2000 уд.объемов/час, достигнута степень извлечения бора 70-75% при степени концентрирования в элюатах 650-750 (элюент 3% H_2SO_4).

На сточной воде АО "Фосфохим" получено, что в растаявшем льде полная жесткость, а также содержание бора и кремния снижены в 5 раз, количество сухого остатка, нитратов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов в 3-4 раза. Суммарное содержание катионов падает с 305 до 73, анионов с 720 до 148 мг/л.

Полученный рассол является более концентрированным по бору микроудобрением ($n \approx 1,4$ раза).

Литература

1. Сарсенов А. М. . Очистка питьевых и технических вод от токсичных загрязнений в регионе Западного Казахстана. // (Аналит. спр.) КазГОСИНТИ. АОМ ЦНТИ, Актюбинск, 1994,(брошюра).
2. Сарсенов А. М. Экстракционные и сорбционные методы защиты водных ресурсов и населения от соединений шестивалентного хрома. // (Аналит.спр.). КазГОСИНТИ АОМ ЦНТИ, 1996, (брошюра).
3. Сарсенов А.М. Рекуперация техногенных отходов и загрязненных природных вод Западного Казахстана. - Алматы-Актобе, АОЦ КазГОСИНТИ, 1999. 217 с. (монография).

ҚҰРАМЫНДА БОР БАР АҒЫНДЫ СУДАН МИКРОТЫҢАЙТҚЫШ АЛУ

Тен.ғыл.канд. А.Сарсенов

Бұл жұмыста "Фосфорим" АҚ-ның ағынды суларын қайта өңдей нәтижесінде, құрамында бор бар микротыңайтқыш алу тәсілдерін жасау үшін жүргізілген тәсілдерін зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Арнайы сүзгіштің көмегімен, құрамында бор бар суларды қайта өңдей схемасы ұсынылған.

УДК 502.7

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**Канд. техн. наук
Канд. экон. наукИ.М.Панасенко
К.Р.Касенов
С.Х.Бекбаулина

В статье дан анализ негативных экологических последствий от эксплуатации и аварии ядерных объектов, накопленных мировой практикой. Дается оценка потенциальных возможностей использования альтернативных экологически чистых источников энергии в республике.

Практика многих стран показывает, что только комплексный подход к проблемам окружающей среды способствует более перспективной охране и рациональному использованию экосистем, обеспечению безопасности будущего. В Казахстане до 2030 года предусмотрено строительство ряда ядерных объектов, в том числе атомных электростанций. В первую очередь это Балхашская АЭС. В мире уже накоплен опыт строительства, эксплуатации и аварийных последствий на атомных объектах. В настоящее время среди специалистов далеко неоднозначно мнение о будущем атомной энергетики. Неоднозначно оно и среди ученых и специалистов республики. Сторонники атомной энергетики продолжают настаивать, что это самый экономически выгодный вид энергетики. Они утверждают, что построенные в республике приплотинные гидроэлектростанции (Иртышский каскад, Капчагайская, Чардаринская и др. ГЭС) с точки зрения экологии более вредны, чем одна АЭС такой же мощности. Здесь имеются в виду экологические последствия от затопления больших площадей плодородных пойменных земель и нарушение естественного гидрологического режима рек ниже гидроузлов с вытекающими отсюда неблагоприятными экологическими последствиями.

При выборе энергоносителей необходимо учитывать и тот факт, что Казахстан присоединился к международной климатологической конвенции, обязавшись держать выбросы парниковых газов на уровне 1990 года. Этим самым предопределена перспектива развития угольной энергетики, где при сжигании топлива образуется около 30-40% газо-

образных и твердых отходов, которые угнетающе действуют на экологию и здоровье человека.

В Казахстане в настоящее время на душу населения приходится меньше четырех тысяч киловатт-часов в год, в то время как в развитых странах порядка 15-20 тысяч, т.е. мы отстаем в пять раз. Выход из создавшегося положения отдельные специалисты видят в строительстве мощных электрических станций, в том числе АЭС. Предполагается, что на Балхашской АЭС будут установлены российские реакторы новой серии, которые уже работают в некоторых странах Европы. Безопасность этих реакторов усилена, по сравнению с имеющимися, добавлением системы управления защитой германской разработки, а также за счет железобетонного сооружения которым полностью закрывается атомная станция.

Противники развития атомной энергетики прежде всего напоминают: чем откликнулась для человеческого общества авария на Чернобыльской АЭС, куда девать отходы АЭС, захоронение которых это огромные расходы. Кроме этого, южный Казахстан относится к сейсмической зоне и землетрясение может вызвать серьезную аварию.

Известный казахстанский ученый Виктор Инюшин однозначно заявляет «Строить атомные электростанции, особенно мощные, нельзя. При их строительстве мы сами будем рыть себе могилу».

Во многих странах мира ядерные программы по энергетике сокращаются и это не случайно. Мощные ядерные процессы, которые происходят в реакторах, нарушают термодинамику окружающей среды и энергетический баланс. Вокруг АЭС создается геопатогенная зона, которая губительна для живых организмов. Не верить этому нет оснований. Пример этому Восточный Казахстан (включая бывшую Семипалатинскую область), где длительное время проводились ядерные испытания.

Профессор Венник исследовал изменения состояния биологических объектов вокруг Иглинской АЭС (Литва). В радиусе 70 км ощущается влияние АЭС на все живые объекты. В частности на удои коров, где надой молока в 1,5-2 раза ниже чем в других районах. Врачи Германии отмечают, что в этих регионах повышенная заболеваемость людей: больше лейкозов, злокачественных заболеваний.

Конечно, электростанции, работающие на традиционном топливе, дают большие выбросы загрязняющих веществ. Поэтому первое впечатление в пользу АЭС. Однако, если авария произошла на тепловой станции, кто-то может и пострадать, но никаких остаточных явлений не будет. А если на атомной? Мы не в состоянии потушить радиацию. Она будет влиять на все живое лет 100, а то и больше.

Пример, в 1957 году (более 40 лет назад) произошла авария на химкомбинате «Маяк» (первый гигант ядерной промышленности СССР), взорвалось хранилище с жидкими радиоактивными отходами. Радиоактивное зараженное облако накрыло более 20 тыс. км² территории – Челябинской, Курганской, Свердловской области, где проживало

300 тыс. человек. Населенные пункты зараженного региона были снесены бульдозерами. Но, по неизвестным причинам четыре населенных пункта осталось. Что же там происходило за 40 лет. Для села не диковинка, когда овцы рождаются без шерсти, телята - с пятью ногами или двумя головами, дети - без почек или других органов. Радиация заползла в самую глубину живых существ - в гены.

В 1992 году у молодоженов одной из этих «несчастливых» деревень родился сын без правой ступни и без пальчиков на руках. Родители по внешним признакам вроде были здоровыми. Специалисты Новосибирского института цитологии и гигиены дали заключение «патология костной системы ребенка связана с генетическими нарушениями в организме матери». А материнские гены «изувечила» радиация, воздействовавшая на всех прямых предков ребенка начиная с 1949 года. Исследование показало, что выявленные первичные радиационные повреждения генетического аппарата клеток происходило на уровне 3 поколения семьи.

Кроме этого, нужно всегда помнить, что значительная часть территории Казахстана, особенно Юг Республики, находится в зоне повышенной сейсмичности. В Японии народ осторожен в отношении радиации (испытали на собственной шкуре) и то не скрывают, что если произойдет землетрясение в 9-10 баллов, это закончится катастрофой - Япония просто исчезнет с лица земли. Поэтому они серьезно подумывают над альтернативными источниками энергии.

В Казахстане имеются большие возможности использования возобновляемых экологически чистых источников энергии. Прежде всего это строительство деривационных гидроэлектростанций на горных реках. По расчетам Казахского научно-исследовательского энергетического института в республике можно получить порядка 20 млн. кВт мощности только на гидроресурсах. Это уже почти покрывают сегодняшний дефицит энергии.

Необходимое для строительства ГЭС энергетическое и другое оборудование не придется покупать за валюту в других странах изготовить его под силу Казахстанским производителям, которые давно процветают. Во всем мире небольшие гидроэлектростанции, мощностью менее 10 тыс. кВт, производят энергии в 4 раза больше чем все атомные станции вместе взятые.

Многие страны уже давно используют и такие экологические чистые, возобновляемые источники энергии как ветер, солнце, термальные воды. 5 млн. японцев принимают душ или ванну из воды подогретой с помощью солнечной энергии. В Израиле 800 тыс. домов оборудованы солнечными водо-подогревающими устройствами. В США 15 тыс. семей живут в домах, полностью снабжающихся энергией от солнечных батарей. Рост производства таких устройств достигает 20% ежегодно.

Казахстан по природным условиям относится к числу стран с самым большим количеством солнечных дней в году. Но использование солнечной энергии практически отсутствует. Кроме этого, республика

благодаря обширности территории и месторасположению в так называемой ветровой дуге северного полушария Земли, обладает большими возможностями для использования ветрового потенциала. Что значит только ветры в Джунгарских воротах?

Использование ветровой и солнечной энергии особенно выгодно для энергообеспечения отгонного животноводства в пустынных и степных пастбищах. Энергообеспечение относительно мелкого и разбросанного по обширной территории потребителя не потребует строительства дорогостоящих линий электропередач.

В менее «ветренной» Европе работают ветроэнергетические установки общей мощностью около 1100 мегават. В Казахстане этот вид энергоисточника также практически не используется. Отсутствуют надежные дешевые ветротурбины.

До налаживания массового выпуска ветроэнергетических установок собственного производства на первом этапе необходимо начать вводить в эксплуатацию станции с использованием привозных «ветряков». А дальше использовать установки собственного производства, которые можно изготавливать на производственных мощностях бывшего военно-промышленного комплекса и «Карагандаинтервинт». Для обеспечения надежности энергообеспечения очень эффективно использовать солнечные и ветровые энергоустановки совместно с гидроаккумулирующими электростанциями.

Как видим Казахстан богат возобновляемыми экологически чистыми энергоресурсами. Поэтому нет надобности заикливаться на атомных электростанциях, роя могилу не только себе, но и будущим поколениям.

Для энергообеспечения экономического развития и экологической безопасности Республики в ближайшие десятилетия в первую очередь необходимо сосредоточить основное внимание на использование гидроэнергоресурсов, ветровой и солнечной энергии. При этом немаловажным является и то, что использование этих источников энергии вполне можно осуществить без привлечения иностранных инвестиций, а за счет загрузки отечественных производственных мощностей и местных трудовых ресурсов.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Техн. ғыл. канд.
Экон. ғыл. канд.

И. М. Панасенко
К. Р. Қасенов
С. Х. Бекбаулина

Статьяда өлемдік тәжірибиедегі жинақталған ядролық объектілердің апаттары және пайдаланудан зиянды экологиялық әсеріне талдау берілген. Республикадағы энергияның экологиялық таяз көздерін альтернативті пайдалану мүмкіндіктерін потенциалдық бағалау берілген.

УДК 532,5:552

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ГИДРОТАРАН

А.С. Керимбекова
Докт. техн. наук А.А. Бондарь

Исследован гравитационный гидротаран. Дана теоретическое обоснование работы гравитационного гидротарана и описание принципа действия.

Известные конструкции гидравлических таранов клапанного типа хорошо изучены и имеют теоретическое обоснование.

Нами на кафедре эколого-экономических проблем природопользования ТарГУ разработана и испытана гравитационная гидротаранная установка, работающая за счет энергии потока и силы тяжести шаровых клапанов, выполняющих роль ударного и обратного клапанов.

Конструкция гравитационного гидротарана показана на рис. 1.

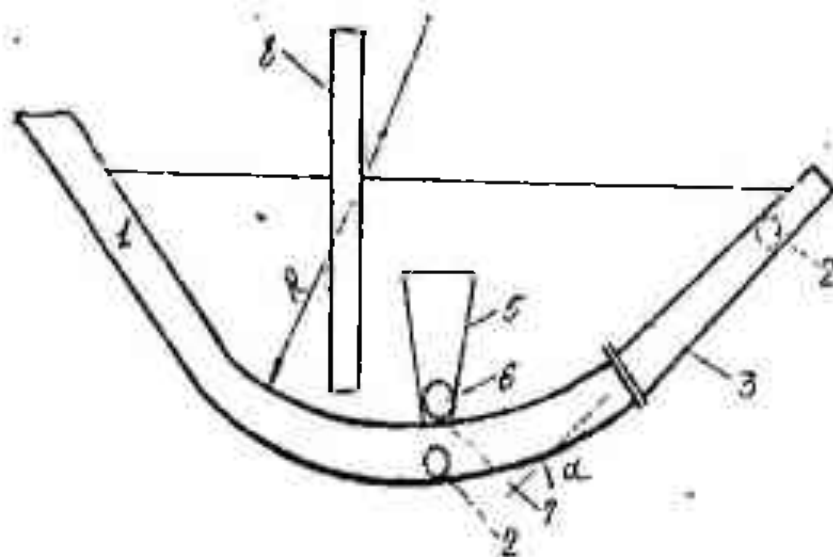


Рис. 1. Схема гравитационного гидротарана. Элементы конструкции: 1 – питательный трубопровод; 2 – шаровый клапан; 3 – конфузор; 4 – воздушная емкость; 5 – направляющий конус; 6 – обратный шаровый клапан; 7 – отверстие; 8 – нагнетательная труба; R – радиус вогнутой части питательной трубы; α – угол поднятия конфузора над горизонтом

Принцип действия гравитационной гидротаранной установки следующий. По нагнетательной трубе 1 с ускорением в конфузоре 3 вода выбрасывается в атмосферу. Конфузор 3 направлен под углом α к горизонту и фланцево соединен с питательной трубой 1, концевая часть которого выполнена дугообразно по радиусу R .

Фланцевое соединение питательной трубы с конфузуром выполняется идеально, обеспечивая беспрепятственный проход шарового клапана 2 в конфузор 3, в котором происходит перекрытие сечения и вследствие чего, образуется гидравлический удар. В результате гидравлического удара, как известно, давление в дугообразной части питательного трубопровода поднимается до величины:

$$p = p_0 + \rho c v, \quad (1)$$

где: p_0 – статическое давление в корпусе гравитационного гидротарана; $\Delta p = \rho c v$ – приращение давления при гидравлическом ударе; ρ – плотность воды; v – скорость потока воды, где происходит перекрытие сечения в конфузуре; c – скорость распространения ударной волны, определяемая согласно Н.Е.Жуковского по формуле:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{d}{\delta} \frac{K}{E}}}; \quad (2)$$

где: K – модуль упругости жидкости; d – внутренний диаметр трубы; δ – толщина стенки трубы; E – модуль упругости материала трубы.
Для воды:

$$\sqrt{\frac{K_{\text{в}}}{\rho}} = 1435 \text{ м/с}.$$

В этом случае:

$$c = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{d}{\delta} a}}; \quad (3)$$

где: $a = \frac{K_{\text{в}}}{E}$ – отношение модуля упругости воды к модулю упругости материала трубы.

Через отверстие 7 на теле изгиба питательной трубы за счет приращения давления, выталкивается шаровой клапан 6 в направляющий конус 5 и вода выбрасывается в герметическую емкость 4, выполняющую роль воздушного колпака. При закрытии конфузора шаровым клапаном 2 движение воды прекращается и под собственным весом шаровой клапан 6 закрывает отверстие 7, а клапан 2 занимает исходное положение в нижней части прогиба на питательной трубе. За счет сжатия воздуха в емкости 4 вода по напорной трубе 8 поступает в приемный резервуар. Цикл повторяется.

При работе гравитационного гидротарана, гидравлический удар по принципу действия можно считать положительным, прямым. Возникшее при этом приращение, давления Δp будет распространяться в виде волны движущейся, согласно формулы (3), со скоростью c .

Известно, что отрицательная волна достигает выходного конца питательного трубопровода в течение времени $t_1 = \frac{\ell}{c}$, где ℓ - длина питательного трубопровода, т.е. отраженная волна на обратный пробег затрачивает то же время, что и положительная волна на пробег от шарового клапана до начала питательной трубы, следовательно, продолжительность фазы гидравлического удара будет равна:

$$t = \frac{2\ell}{c} \quad (4)$$

Если закрытие сечения конфузора шаровым клапаном совершается быстро, что имеет место на практике, то гидравлический удар будет прямым, т.е.:

$$T < \frac{2\ell}{c} \quad (5)$$

где: T - время закрытия поперечного сечения конфузора шаровым клапаном.

Время закрытия шаровым клапаном поперечного сечения конфузора зависит от ряда факторов:

$$T = f(v, G, \nu, \alpha), \quad (6)$$

где: v - скорость воды в конфузоре в момент всхлapyвания шарового клапана; G - вес шарового клапана; ν - кинематическая вязкость рабочей жидкости; α - угол наклона конфузора к горизонту.

Примем за ось проекций направление S-S. Определим проекцию на эту ось изменения количества движения за время Δt , которая, будет равна проекции импульса силы за то же время:

$$m v_0 \Delta t - \frac{m}{2} v \cos \beta \Delta t - \frac{m}{2} v \cos \beta \Delta t = P \Delta t, \quad (7)$$

где: m – масса жидкости проходящая через сечение 0-0 за время Δt .

Пренебрегая потерей энергии на участке потока 0-0 и I-I и приняв $\mathcal{G}_0 = \mathcal{G}$, запишем:

$$P \Delta t = m v_0 (1 - \cos \beta) \Delta t, \quad (8)$$

откуда следует, что

$$P = \rho Q v_0 (1 - \cos \beta), \quad (9)$$

где: Q – расход потока.

Для шарового затвора можно принять $\beta = 45^\circ$, тогда динамическая сила, P приводящая в движение шар, будет равна:

$$P_0 = 0,3 \rho Q v_0. \quad (10)$$

Таким образом, начальная скорость потока при которой, должно начаться движение шарового клапана, будет соответствовать $P_0 \geq F_r$, т.е.:

$$v_0 \geq \frac{F_r}{0,3 \rho Q}, \quad (11)$$

где: $F_r = G \cdot \cos \alpha$.

Известно, что расход воды в нагнетательной трубе гидравлического тарана q связан с расходом в питательном трубопроводе Q зависимостью:

$$\eta Q H = q h, \quad (13)$$

где: η – коэффициент полезного действия тарана, который в зависимости от отношения $\frac{h}{H}$ можно получить из графика (рис.4), построенного нами на основании эксперимента.

Поэтому качество работы гравитационного гидротарана будет, зависеть от его конструктивных особенностей, т.е. от длины пробега шарового клапана, его веса и скорости потока в питательной трубе.

Если рассмотреть взаимодействие сил, вызывающих движение шарового клапана, то схему этого взаимодействия можно представить в следующем виде (рис.2).

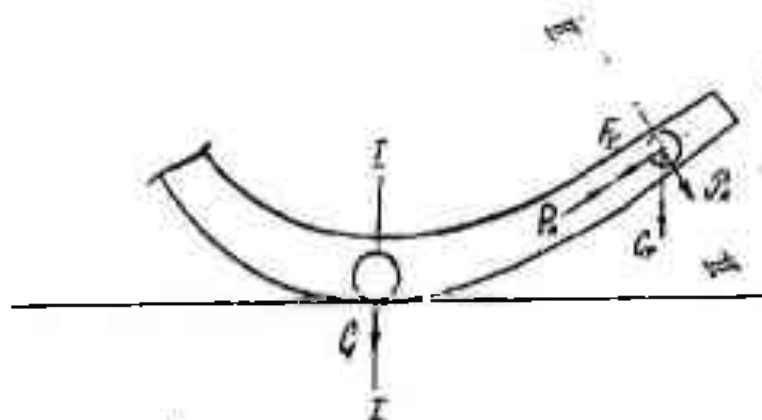


Рис. 2.

Рис.2. Схема взаимодействующих сил

F_t – и P_n – касательная и нормальная составляющие силы G – в положении шарового клапана II-II; P_0 – сила динамического давления на клапан.

Из схемы (рис.2) следует, что движущая шаровой клапан сила P будет зависеть от скорости потока в питательной трубе ϑ и массы потока, т.е. силу активного давления струи на преграду определим применив теорему изменения количества движения к отсеку жидкости между сечениями O-O, 1-1 и $I' - I'$ (рис. 3).

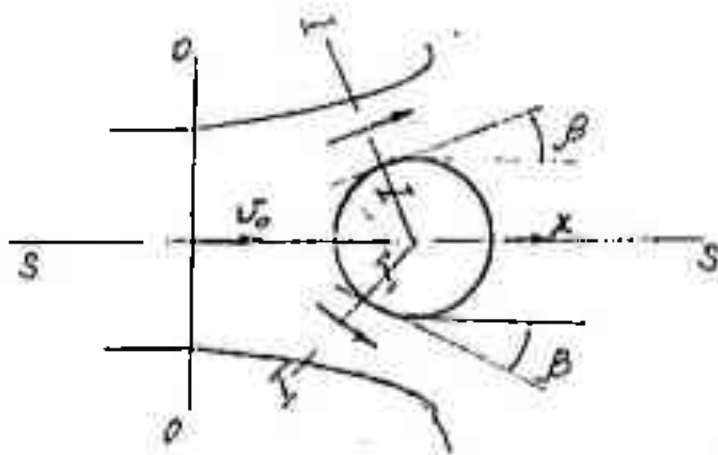


Рис.3

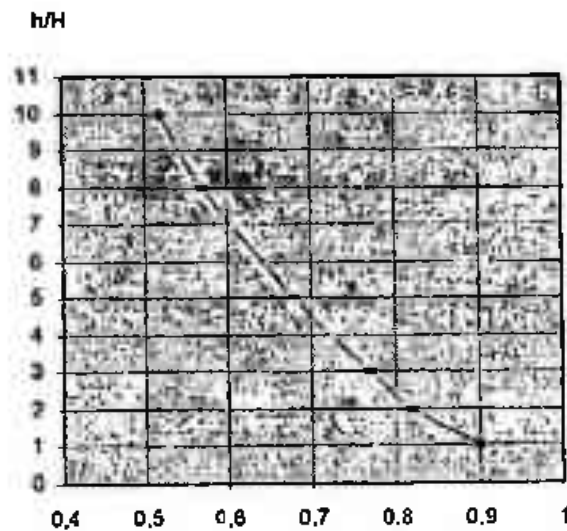


Рис 4. График зависимости $\eta = f\left(\frac{h}{H}\right)$ для гравитационного гидротарана

Из формулы (13) следует, что:

$$q = \frac{\eta Q H}{h} \quad (14)$$

Пример: Диаметр питательного трубопровода $d=20$ мм, $\delta=1,5$ мм его длина $l=5$ м. Напор в питательной трубе на сливе $H=0,7$ м. Расход воды в питательном трубопроводе Q составляет $0,35$ л/с. определить производительность таранной установки и высоту подъема воды (рис.5) если $a=0,105$.



Рис.5. 1-напорный бак; 2-питательная труба; 3-гравитационный гидротаран; 4-напорный трубопровод; 5-водоприемник

Скорость распространения ударной волны в питательном трубопроводе составит:

$$C = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{d}{\delta} \cdot a}} = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{20}{1,5} \cdot 0,105}} = 1216 \text{ м/с}$$

Скорость течения в питательной трубе:

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{350 \text{ см}^3/\text{с}}{3,14 \text{ см}^2} = 1,11 \text{ м/с}$$

Приращение давления при гидравлическом ударе составит:

$$\Delta P = \rho c V = 102 \frac{\text{кгс}^2}{\text{м}^4} \cdot 1216 \text{ м/с} \cdot 1,11 \text{ м/с} = 0,14 \frac{\text{кгс}^2}{\text{см}^2}$$

Отношение:

$$\frac{h}{H} = \frac{1,4}{0,7} = 2$$

Производительность гравитационного гидротарана (лабораторная установка):

$$q = \frac{\eta \cdot Q \cdot H}{h} = \frac{0,85 \cdot 350 \cdot 0,7}{1,4} = 149 \frac{\text{см}^3}{\text{с}}$$

где: η - коэффициент полезного действия гидротарана, в данном случае, согласно графика (рис. 4), при $\frac{h}{H} = 2$, $\eta = 0,85$.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ГИДРОТАРАН

Техн.ғыл.докт. А.С.Керимбекова
А.А.Бондарь

Гравитациялы гидротаран зерттеленіп, онын жұмыс істеу принципі және теориялық қорытындылары берілген.

УДК 631.43

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

Докт. с/х. наук

Ж.С. Тулеубаев

Ж.А. Алтеев

А.А. Алиева

Представлены результаты исследований авторов по влиянию уплотнения почв Северного Казахстана ходовыми системами сельскохозяйственной техники на водно-физические свойства.

Многочисленными исследованиями установлено, что под влиянием уплотнения ухудшаются водно-физические свойства почв, что вызывает снижение их плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур [1,2].

Длительное применение на полевых работах тяжелых колесных тракторов привело к возрастанию плотности пахотного и подпахотного слоев почвы. Многолетняя обработка тяжелым трактором К-701 уплотняет почву значительно сильнее, чем обработка трактором ДТ-75. Так, если весной на глубине 10-20 см плотность почвы при обработке трактором ДТ-75 составляет 1,12 г/см³, то при обработке К-701 – 1,30 г/см³, осенью – 1,35 и 1,51 г/см³ соответственно. Трактор К-701 деформировал почву, где весной и осенью плотность почвы на 0,06-0,1 г/см³ выше, чем при обработке трактором ДТ-75. Статистически значимое изменение плотности под воздействием движителей наблюдалось на глубину 40-60 см, наибольшее уплотнение отмечалось в слое почвы 10-50 см. При этом следует иметь в виду, что на этих полях осенью ежегодно проводилась зяблевая вспашка, а весной – предпосевная обработка. Под воздействием трактора К-701 максимальное увеличение плотности (на 0,2-0,03 г/см³) наблюдалось в слое 10-20 см и 20-30 см. Если судить по влиянию трактора ДТ-75, то к весне плотность почвы под воздействием переменного увлажнения и высушивания снижается. При обработке трактором ДТ-75 плотность почвы на глубине 30-40 см не превышает 1,26 г/см³. Обработка трактором К-701 не снижает высокой плотности почвы за зимне-весенний период, где она в слое 10-20 см уже весной имеет величину 1,48 г/см³.

Таким образом, когда плотность в результате деформации достигла более $1,40 \text{ г/см}^3$, то интенсивность процессов разуплотнения почвы резко ослабевает и приёмы предпосевной обработки не устраняют повышенного уплотнения почвы. Высокая плотность почвы перед посевом сохраняется в течение всего вегетационного периода - от весны до осени прошло значительное уплотнение почвы и выравнивание плотностей, уплотненных и переуплотненных участков как при обработке почвы трактором ДТ-75, так и трактором К-701.

Определение уплотнения темно-каштановой почвы, вызванного действием ходовых систем трактора К-701 показало, что при движении трактора по полю наибольшая деформация по следу происходит в основном за первые 3 прохода. Повторные проходы по этому же следу изменяют сложение почвы в меньшей степени, хотя и уплотняют ее. Так, после первого прохода объемная масса по следу в слое 0-10 см составила $1,28 \text{ г/см}^3$, в слое 10-20 см - $1,35 \text{ г/см}^3$, в слоях 20-30 и 30-40 см $1,36-1,45 \text{ г/см}^3$, после третьего прохода эти показатели были соответственно $1,35$; $1,39$; $1,44$; $1,50 \text{ г/см}^3$. Если после первого прохода плотность почвы в слое 0-20 см повысилась в среднем на $0,19 \text{ г/см}^3$, то после третьего - всего на $0,05 \text{ г/см}^3$. Примерно на такую же величину ($0,03-0,05 \text{ г/см}^3$) возрастает объемная масса после каждого последующего прохода трактора. После первого прохода трактора плотность почвы в слое 0-20 см достигает предельно-допустимой величины - $1,3 \text{ г/см}^3$. В слое 40-50 см динамика уплотнения имела такой же характер как и в пахотном слое, но величина деформации была здесь незначительной.

В результате многократного прохода трактора К-701 происходит деформация её поверхности и образование колеи. Средняя величина деформации поверхности почв между колесами тракторов варьирует, от 3 см до 10 см. В колею аккумулируются выпадающие атмосферные осадки, которые в связи с уплотнением почвы плохо фильтруются и застаиваются в понижениях после дождя. Колея изменяет микрорельеф, увеличивает поверхность испарения. Усложняет условия проведения механизированных работ, ухудшая количество посева, усиливает неравномерность заделки семян по глубине. Несмотря на последующие поверхностные обработки, микрорельеф, образованный колесами. Практически сохранился в течение всего вегетационного периода. Таким образом, по следам тракторов почва остается более уплотненной, чем вне следов в течение вегетации яровой пшеницы.

Статистически значимое повышение твёрдости темно-каштановой карбонатной почвы под воздействием ходовых систем тракторов прослеживается на глубину 30 см при обработке почвы трактором ДТ-75 в 3 и 5 следов на глубину 50 см при обработке почвы трактором К-701. С глубиной нарастание твёрдости почв под воздействием ходовых систем тракторов по сравнению с контрольным (без уплотнения) снижается.

Наибольшее значение твёрдости почвы в слое 0-10 см ($2,84 \cdot 10^6$ Па) достигало в колее трактора К-701 после 5-и проходов. В колее трактора ДТ-75 максимальная твёрдость этого слоя была $2,3 \cdot 10^6$ Па. При обработке такой почвы плотность снижается, но при этом образуются глыбы, и уменьшается способность почвы к крошению. По данным В.В. Медведева усилие, которое требуется для разрушения уплотнённых слоев почвы для разрушения уплотнённых слоев почвы по следам трактора Т-150К, в 10 раз превышает усилие, которое нужно для разрушения почвы вне колес. М.А. Шипилов отмечает, что повышение твёрдости при уплотнении почвы трактором К-701 способствует ухудшению качества предпосевной обработки почвы, увеличению глыбистости, неравномерности заделки семян, снижению водопроницаемости.

Как известно, высокое содержание водопрочных агрегатов крупнее 1 мм, которые являются каркасом, препятствующим сильному уплотнению почв, обеспечивает поддержание пахотного слоя в состоянии оптимальной плотности и пористости.

Деформация темно-каштановой почвы ходовыми системами тракторов вызывает разрушение структуры пахотного и подпахотного слоев. Что выражается в снижении содержания агрономической ценных агрегатов, увеличении количества пыли и глыбистости пахотного слоя почвы. Для выявления изменений структурного состояния при уплотняющем действии тракторов изучен структурный состав и водопрочность структуры. В пахотном горизонте после прохода К-701 водопрочность почвенной структуры на 6-7% меньше, чем при проходе трактора ДТ-75. В то же время водопрочность на контрольном превышает 50% агрегатов больше 0,25 мм. Выявленные различия в структурном составе являются следствием разрушения агрегатов при давлении на них ходовых систем трактора.

Важной характеристикой структуры является коэффициент структурности, рассчитанный по соотношению агрегатов более 1 мм к агрегатам и менее 1 мм. На почве без уплотнения коэффициент структурности составляет 1,2, при уплотнении трактором ДТ-75 он равен 0,7, а при уплотнении трактором К-701, величина коэффициента снижается до 0,5. Наиболее важным следствием уплотнения почвы является увеличение её глыбистости (крупнее 10 мм) по следам прохода трактора, что создает неравномерные условия для глубины заделки семян и появления нормальных всходов яровой пшеницы. Наблюдение показали, что под воздействием ходовых систем сельскохозяйственной техники ухудшается её структурное состояние. Под воздействием ходовых систем тракторов, в пахотном слое повышается содержание агрегатов более 10 мм, что свидетельствует о повышении глыбистости, т.е. ухудшении структуры почвы. Наибольшие изменения в структурном состоянии отмечены в слое 0-20 см после 3-х кратного уплотнения почвы

трактором К-701. Глыбистость по следу трактора К-701 возрастает в слое 0-10 см более, чем в 2 раза, а после 3-х следов в 2,6 раза.

Нами была определена дифференциальная пористость. С учетом существующих классификаций пор по размерам были выделены группы пор с эффективным диаметром выходных отверстий > 300 , $300-10$, $10-3$, < 3 мкм. Характер изменения дифференциальной пористости под влиянием уплотнения изучен в образцах почв, помещенных в цилиндры и доведенных до заданной плотности. Уменьшение общей пористости почв при уплотнении происходит, в первую очередь, за счёт резкого уменьшения пор, регулирующих передвижение и доступность влаги. При уменьшении пор этого размера снижается водо- и воздухопроницаемость почвы. Максимальное содержание пор с эффективным диаметром более 300 мкм отмечается при наиболее рыхлом состоянии (17,2%) поры этого размера практически исчезают в почве при плотности $1,6 \text{ г/см}^3$ (0,8%). Поры размером $300-10$ мкм при уплотнении с 14,0 до 2,6%, а поры размером $10-3$ с 5,2 до 1,2%. Объём пор диаметром меньше 3 мкм при уплотнении возрастает с 25,4 до 35,4%. Полученные материалы позволяют объяснить природу ухудшения физических свойств при уплотнении, так как корневые волоски не могут расти в почве, если поры по размеру меньше 10 мкм.

Интегральным показателем физических свойств почвы является её водопроницаемость, по которой можно судить о плотности сложения и структурности. Уплотнённая почва плохо впитывает и фильтрует влагу, что при выпадении ливневых осадков способствует усилению поверхностного стока, эрозии и в целом снижению влагообеспеченности растений, создаёт предпосылки для более частого проявления засухи.

Так, в исследованиях М.А. Шипилова на обыкновенных черноземах водопроницаемость пахотного слоя неуплотненной почвы составила 0,3-1,13 мм/мин, тогда как на уплотненной она снижалась до 0,0009-0,0012 мм/мин. Вследствие этого вода, поступающая с осадками, стекала в уплотненные микро понижения и, задерживаясь на поверхности, быстро испарялась. В опытах Н.Н. Болокана установлено, что на уплотненных следах ходовых систем сельскохозяйственных агрегатов водопроницаемость падает в десятки раз по сравнению с неуплотненными полосами.

Повсеместное применение в целинных областях Казахстана на полевых работах тяжёлых тракторов в плоскорезной обработке на глубину 12-14 см привело к резкому возрастанию плотности почвы на глубине 20-30 см, которая ухудшает скорость впитывания талых вод и атмосферных осадков. Образует труднопреодолимый барьер для корневых систем и формирует сток талых вод на полях ничтожным уклоном менее 1° . Поэтому улучшение водного режима темно-каштановых почв

в Центральном Казахстане, прежде всего, связано с повышением водопроницаемости пахотных почв, уплотненных тракторами.

На наш взгляд, вопрос о влиянии переуплотнения почвы ходовыми системами сельскохозяйственных машин на ее водопроницаемость и усвоение выпадающих интенсивных осадков исследован недостаточно. Как известно, удельное давление колесных тракторов на почву ($1,4-1,7 \cdot 10^5$ Па) намного больше, чем у гусеничных ($0,4-0,5 \cdot 10^5$ Па), а уплотнение почвы начинается уже при нагрузке $0,2 \cdot 10^5$ Па.

В лабораторных условиях нами были проведены опыты с почвенными образцами искусственного сложения с плотностью 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 г/см³. Опыты проводили в специальных цилиндрах при подаче воды на поверхность дождеванием под давлением напорного слоя 1 см. Опыты показали, что водопроницаемость почвы при плотности 1,5 г/см³ в конце пятичасового опыта была в десятки раз меньше, чем при плотности 1,1 г/см³.

Различная плотность почвы, созданная при проходе тракторов создает дифференцированное распределение влаги по полю. Плотность пахотного слоя почвы на следах трактора достигает 1,4 г/см³, а вне следов 1,23 г/см³. на неуплотненных полосах вода инфильтруется в нижние слои почвенной толщи, а на уплотненных — вода задерживается верхним слоем, а затем быстро испаряется.

Определение водопроницаемости в почве, обрабатываемых тракторами с различным удельным давлением, показало, что на поле, обрабатываемым тяжелым трактором коэффициент фильтрации был значительно ниже.

Применение энергонасыщенных тяжелых тракторов способствует резкому падению водопроницаемости нижних слоев. При обработке почвы трактором К-701 коэффициент фильтрации снижался с поверхности на 0,40, с глубины 20 см — на 0,38 и с глубины 40 см — на 0,10 мм/мин по сравнению с обработкой трактором ДТ-75, обеспечивающим меньшее уплотнение. Снижение коэффициента фильтрации обусловлено более высокой плотностью почвы и ухудшением структурного состояния пахотного и переуплотнение подпахотных слоев почвы еще больше ухудшает условия возделывания сельскохозяйственных растений. Резко контрастные данные получены при изучении водопроницаемости по следу трактора К-701.

Уплотнение почвы трактором К-701 более чем в 3 раза снижает водопроницаемость, что естественно сказывается на водном режиме почвы. При этом следует отметить, что действие уплотнения почвы, вызванного ходовыми системами тракторов на фильтрацию, накопление и испарение влаги, в большей степени определяется метеорологическими условиями вегетационного периода. В нормальные, по увлажнению и температуре, годы содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы в среднем за вегетацию яровых культур на уплотненных делянках было ниже в сравнении с контрольным на 10-14%. В за-

сушливые годы запас продуктивной влаги в метровом слое на делянках уплотненных тракторами снижался до 20-30% от контрольной делянки. В годы с повышенным выпадением осадков процессы инфильтрации осадков на уплотненных делянках протекали медленнее, и содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы не отличалось от контрольной делянки.

Представляет значительный интерес рассмотреть динамику водопроницаемости почвы в зависимости от кратности обработки почвы тяжелым трактором. Результаты исследований темно-каштановой почвы показали, что скорость водопроницаемости, прежде всего, связана с состоянием поверхности и сложением пахотного слоя.

При переуплотнении темно-каштановой почвы особенно резкое снижение водопроницаемости почвы происходит после первого прохода тяжелого трактора К-701. На четвертом часу наблюдений разница с контрольным вариантом становится менее резкой. После 5-го прохода трактора по одному следу водопроницаемость выравнивается, и дальнейшее уплотнение практически не влияет на фильтрацию. Таким образом, водопроницаемость почвы на протяжении всего вегетационного периода на уплотненных участках меньше, чем на неуплотненных. В результате уплотнения ухудшаются агрофизические свойства, уменьшается пористость, которая играет главную регулирующую роль в гидрологическом режиме почвы. При сплошном уплотнении всего участка поля, выпадающие осадки часто образуют поверхностный сток и стекают воды за его пределы, образуя внутри полевою эрозию и смыв почвы. Влажность почвы определялась в среднем по полю: 4 повторности в уплотненных трактором К-701 колеях и 4 повторности без уплотнения.

Результаты исследования показали, что уплотнение почвы снижает запасы продуктивной влаги вследствие ухудшения водопроницаемости почвы. Однако существенные различия по запасам влаги при уплотнении в 3 и 7 следов не отличается. Непосредственно с влажностью почвы связано изменение плотности темно-каштановых почв опытных участков. В темно-каштановых почвах минимальная плотность наступает при 18% весовой влажности, а затем при увеличении влажности она быстро растет и достигает максимального значения при влажности равной 32%, потом плотность плавно падает. С дальнейшим увеличением влажности почва не уплотняется и приобретает вязкопластические свойства.

Таким образом, для темно-каштановых почв влажность 18-32% следует считать предельно допустимой. В этом диапазоне влажности можно ожидать повышенную уплотненность почвы от воздействия тяжелых сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Наибольшее значение плотности и твердости почвы отмечено в колее трактора К-701 после 7-10 прохода. В колее трактора ДТ-75М показатели уплотнения и твердости значительно ниже. Водопроницае-

мость почвы после прохода тракторов ДТ-75 и К-701 уменьшилась в 1,3-1,9 раза соответственно. Образующаяся в результате деформации колея ухудшает рельеф поля, увеличивает испарение, снижает полевую всхожесть яровой пшеницы.

На основании полученных данных можно утверждать, что темно-каштановая почва Центрального Казахстана в малой степени способна противостоять деформации, оказываемой на нее движителями тяжелых тракторов.

Литература

1. Доспехов Б.А. и др. Влияние ходовых систем тракторов на дерново-подзолистую почву. Вестник сельскохозяйственной науки. 1979, №7, с. 74-77.
2. Бондарев А.Г. Изменение физических свойств и плодородия почв Нечерноземья под воздействием ходовых систем. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1983, №5.
3. Кравченко В.И. Некоторые вопросы прогнозирования уплотнения почв машинами. В сб.: Влияние сельскохозяйственной техники на почву. Научные труды ГИ им.В.В.Докучаева. Москва, 1981. с.10-13.
4. Медведев В.В. и др. Исследование крошения предварительно уплотненной почвы. Труды Харьковского СХИ. 1976. с. 50-57.
5. Шипилов М.А. Влияние уплотнения почвы на урожай. Земледелие. 1982, №11. с. 17-19.
6. Болокан Н.Н. Воздействие сельскохозяйственных культур и агротехнических приемов на водопроницаемость почвы. Кишинев, 1986. 148с.
7. Тулеубаев Ж.С. Уплотнение темно-каштановых почв Северного Казахстана сельскохозяйственной техникой. Алматы, Рауан. 1994. 320с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ТОПЫРАҚТЫҢ ЖЫРТЫЛАТЫН ҚАБАТЫНЫҢ ТЫҒЫЗДАЛУЫНЫҢ АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

А/ш.ғыл.докт.

Ж.С.Төлеубаев

Ж.А.Алтеев

А.А.Алиева

Мақалада ауыл шаруашылығы техникасының әсерінен Солтүстік Қазақстан топырағының тығыздалуының сулық және физикалық қасиеттері сипатталған.

УДК 631.672:577.4

**ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
В КАЗАХСТАНЕ И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ**

Канд.техн.наук

М.Маханов

Канд.техн.наук

Ж.К.Касымбеков

Канд.техн.наук

Н.П.Ни

На основе системного анализа и обобщения современного состояния и эксплуатации групповых систем сельскохозяйственного водоснабжения Казахстана приводятся пути технического совершенствования систем и технологии улучшения качества доставки питьевой воды до потребителей, улучшения санитарного состояния и их эффективная эксплуатация внутренней среды водоводов.

В настоящее время из всех жителей, проживающих в сельских населенных пунктах, централизованным водоснабжением обеспечено всего 24%, остальные 76% пользуются водой из местных источников - шахтных колодцев, родников и привозной водой. Удельное водопотребление на одного сельского жителя составляет менее 30 л/сут. В домах с внутренним водопроводом и канализацией проживает лишь 0,47 млн чел (10%).

В практике сельскохозяйственного водоснабжения Казахстана как и ранее, особое место занимают групповые системы, имеющие единый комплекс по добыче, очистке и распределению воды. Они позволяют максимально механизировать, автоматизировать технологию водоснабжения и обеспечивают подачу воды питьевого качества десяткам и сотням объектам, расположенных на большом расстоянии от водоисточника.

Наиболее крупными из них являются Ишимский групповой водопровод (введен в эксплуатацию в 1967 г), Булаевский (1971), Беловодский (1978), Пресновский (1980г.). Суммарная протяженность магистральных водоводов в пусковой период (диаметры от 100 до

500мм) составила 3200 км, что позволяло осуществлять водоснабжение 370 поселков Северо-Казахстанской и Павлодарской областей.

В Западно-Казахстанской области протяженность групповых систем (разводящих сетей поселков) составляет 1,24 тыс.км, в Кустанайской - 2,45 тыс.км, Кокшетауской - 1,56 тыс. км, Акмолинской - 1,49 тыс.км. Из 281 населенного пункта Акмолинской области с централизованным водоснабжением 125 получают воду из водоводов Нуринского и Селетинского водопроводов протяженностью 1,4 тыс. км

Опыт эксплуатации действующих групповых водопроводов показывает, что это структурно сложные и территориально рассредоточенные системы, находящиеся под воздействием множества факторов, подавляющее большинство которых носит неконтролируемый характер. Повышение уровня технической эксплуатации и надежности функционирования групповых водопроводов имеет неопределимое значение, т.к. нарушения их работы при больших авариях могут поставить население на грань экологической катастрофы.

Групповые водопроводы, большей частью состоят из стальных труб, которые отработали более 25...30 лет (при нормативном сроке службы 20 лет) и 75% пришли в негодность из-за внутренней и наружной коррозии.

Техническое состояние групповых водопроводов характеризуется данными о подземных повреждениях труб, количество которых только в 1997 году составило 426. Число аварий и повреждений в расчете на 1 км водопроводной сети в год превышает аналогичные показатели европейских стран в 2...2,5 раза. Вместо требуемых для надежной работы 5...6 % производится ежегодная замена 0,3...0,5 % протяженности сетей.

Имеющиеся данные по аварийности на магистральных водоводах не могут дать объективной картины в динамике развития, т.к. многие аварии в определенной мере вызваны искусственной остановкой работы водопровода путем внепланового отключения электроэнергии.

Хозяйства не имеют достаточной материальной и технической базы для технологически правильного обслуживания водопроводов. Тяжелое финансовое положение не позволяет приобретать землеройную технику, насосно-силовое и др. оборудование, материалы.

Особенно тяжелое положение складывается в безводных районах, снабжающихся водой из групповых водопроводов, в частности - Акмолинской области, водоснабжение которой осуществляется из Нуринского и Селетинского водопроводов.

Снижение объемов водопотребления коммунального сектора и перераспределение производства сельскохозяйственной продукции привело к нерентабельности существующих систем водоснабжения и обводнения пастбищ, а также снижению экологической обстановки в

обслуживаемых районах. Большинство (около 60 %) сельских локальных водопроводов находятся в нерабочем состоянии уже более 5 лет и их восстановление или реконструкция потребует значительных материальных и финансовых затрат.

Аналогичное положение с питьевой водой сложилось и на Юге Казахстана. В Жамбылской области многие села, аулы не имеют инженерных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, а где они есть, пришли в негодность по причине отсутствия правильной технической эксплуатации, особенно внутриселковых распределительных сетей. В лучшем случае в таких селах работает только водозаборный узел (скважина с насосной станцией 1 подъема), откуда производится развоз воды автоводовозами или примитивными приспособлениями. При этом вода какой-либо обработке, очистке не подвергается, что часто вызывает разные инфекционные желудочно-кишечные заболевания.

Мелкие села, отделения, фермы, в большинстве не имеют инженерных систем питьевого водоснабжения, они сосредоточены в основном на хозцентрах, центральных усадьбах, эксплуатируются продолжительное время (некоторые более 15-20 лет), т.е. исчерпали технико-эксплуатационные ресурсы, подлежат полной реконструкции, особенно распределительные сети, очистные сооружения и средства автоматизации и учета водоподачи.

Локальные водопроводы эксплуатируются водопотребителем, который не в состоянии технически правильно пользоваться объектом, т.к. отсутствует какая-либо служба эксплуатации, от чего они преждевременно выходят из строя не выдержав сроков службы, особенно по материалу труб. В конечном счете все это отрицательно влияет на качество питьевой воды.

Если учесть, что в опорожненной трубе коррозионный процесс развивается более интенсивно, чем в заполненной, то в недействующих длительное время сельских водопроводах при повторной водоподаче они не выдерживают рабочие напоры, т.е. подлежат замене.

Основными видами повреждений на магистральной сети являются свищи, количество которых превышает 80 % от общего числа повреждений (рис.).

По данным треста "Союзцелинвод" особенно высокий процент свищей наблюдается на трубах малых диаметров (100...200 мм). Причины, по которым образуются свищи, объясняются внешними и внутренними коррозионными процессами. Так, при исследовании внутритрубных отложений Булаевского группового водопровода после 11-летней эксплуатации оказалось, что их толщина составляет 20 мм и более, причем средняя толщина коррозионного слоя достигает 10...15 мм. За тридцатилетний срок эксплуатации толщина стенок труб убавилась на 1/3 часть.

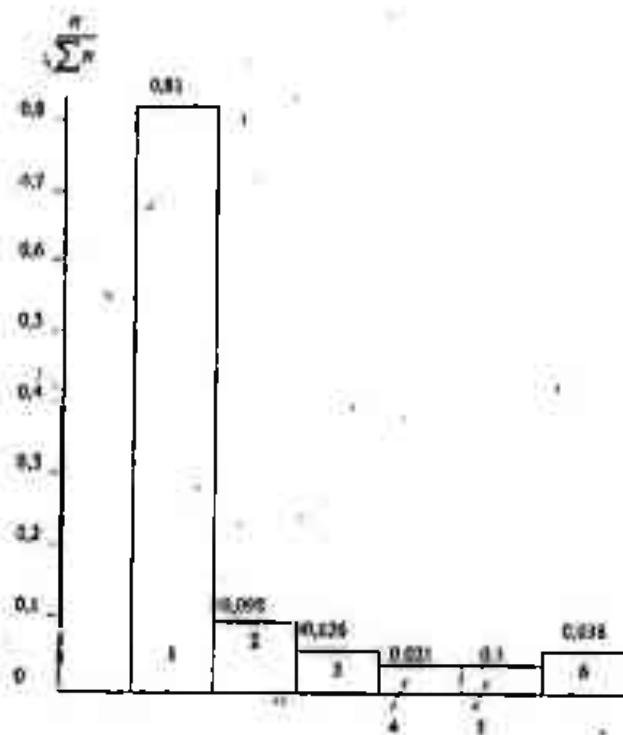


Рис. Гистограмма видов аварий на водопроводной сети.

Условные обозначения: 1- свищи, 2- разрыв по заводскому шву, 3- разрыв по сварному шву, 4- трещины, 5- разрыв трубы, 6- неуказанные виды

Коррозионное обрастание внутренних поверхностей водопроводов не только показатель износа труб, но и фактор роста гидравлических сопротивлений и энергетических затрат на транспортирование воды.

По данным Комитета по водным ресурсам РК 75 % труб пришли в негодность из-за внутренней и наружной коррозии.

Как показывают исследования КазНИИВХ и других организаций, основой коррозионных отложений являются нерастворимые соли железа. Наличие сульфида железа в воде показывает, что он может быть образован в результате реакции ионов железа с сероводородом, выделяющимся при жизнедеятельности бактерий и гнилостном распаде микроорганизмов под отложениями, где реализуются анаэробные условия. Происходит ухудшение качества воды, требующее больших затрат на хлорирование и улучшение санитарного состояния внутренней среды водопроводов.

Для нормализации эколого-технического состояния систем сельхозводоснабжения в современных кризисных условиях неопределимое значение имеет реализация законченных научных разработок в области технического совершенствования систем и технологий, способных обеспечить эффективность и конкурентоспособность производства. Первоочередной задачей науки и производства должно стать сосре-

точение усилий и средств на внедрение самого ценного из того, что уже разработано и готово к использованию.

Эффективная техническая эксплуатация групповых систем сельхозводоснабжения зависит от применения современных высокопроизводительных трубоочистных устройств, средств борьбы с воздушными скоплениями в напорных водоводах.

В этой связи трестом "Союзцелинвод" создан очистной снаряд, обладающий повышенным механическим воздействием режущего устройства. Достоинством очистной установки является простота изготовления и высокое качество работы.

Мировая практика показывает, что в области санирования трубопроводов наиболее экономичным, надежным и сохраняющим качество воды, является цементно-песчаное внутреннее покрытие трубопроводов. Больших успехов в этом направлении для трубопроводов средних диаметров добилась фирма "Нидунг" (Германия). Цементно-песчаное покрытие обеспечивает защиту внутренней поверхности трубопроводов на десятилетия. Это покрытие ликвидирует ограниченные негерметичные участки труб и соединительных элементов. Оно благоприятно влияет на гидравлические свойства трубопроводов, а кроме того предотвращает дальнейшее образование внутренних коррозионных повреждений, исключая тем самым появление отложений.

Нанесение цементных покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов дает возможность:

- увеличить продолжительность срока службы трубопроводов;
- снизить расходы на транспорт воды, водоподъем и техническое обслуживание трубопроводов;
- улучшить качество подаваемой потребителям воды;
- восстановить пропускную способность эксплуатируемых трубопроводов.

Основной арматурой на водопроводных сетях по борьбе с воздушными скоплениями являются вантузы, задвижки и клапаны, установленные на всех повышенных местах трассы уличной сети. Исследования режима работы указанных устройств показали, что они не лишены ряда конструктивных недостатков и работают неудовлетворительно. Применение гидроциклонных воздухоотделителей и вантузов, разработанных в КазНИИВХ и размещенных на трубопроводах в соответствии со специальными рекомендациями более эффективно и повышает надежность функционирования водопроводов.

Эффективная и долговечная работа водопровода зависит также от правильной эксплуатации водопроводных колодцев, что требует периодической их очистки от наносов и посторонних предметов. По этой причине повысилась потребность в средствах малой механизации. Как показали результаты исследования, используемые очистные установки громоздки и непроизводительны. Поэтому необходимо преду-

смотреть оснащение эксплуатационных организаций разработанными в КазНИИВХ новыми высокоэффективными передвижными вакуумными установками для очистки водопроводных колодцев на базе серийно выпускаемого жижеабразывателя ЭЖВ-3,2.

Для эксплуатации групповых водопроводов совместно с разводящими поселковыми сетями в современных условиях, требуется оптимизация структуры Управления эксплуатации группового водопровода с соответствующими специальными подразделениями и административно-управленческим аппаратом.

В штатный состав Управления дополнительно должны быть введены инженер-технолог, служба маркетинга.

Данная схема может быть использована на всех групповых водопроводах Казахстана, разница лишь в количестве обслуживающего персонала производственных участков по эксплуатации водопроводов, число которых принимается в зависимости от протяженности магистральных водоводов и разводящих сетей поселков.

Обобщая вышеуказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Сельскохозяйственное водоснабжение РК находится в тяжелом, критическом состоянии. Обеспеченность населения питьевой водой надлежащего качества низкая. В связи с изменившимися экономическими хозяйственными условиями необходимо пересмотреть организационно-технологические основы, концепцию технической эксплуатации и экономические взаимоотношения в отрасли.
2. В современных кризисных условиях оптимизация технических решений должна базироваться на реализации законченных научных разработок в области совершенствования систем сельскохозяйственного водоснабжения и сосредоточения усилий на внедрении самого ценного из того, что уже готово к использованию.
3. В практике проектирования и эксплуатации необходимо рассматривать групповой водопровод как единую, гидравлически взаимосвязанную систему сооружений, компонентом которой являются разводящие сети поселков. Необходимо больше уделить внимания соблюдению экологических требований к водозабору и водопотреблению.
4. Для ликвидации структурной и технологической разобщенности основных элементов группового водопровода - магистральных водоводов и разводящих сетей, приводящей к диспропорции в техническом состоянии, экономически и технически оправдана организация единой системы обслуживания с оптимизацией структуры эксплуатации.

**ҚАЗАҚСТАНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН СУМЕН
ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ТОПТЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ МЕН ОЛАРДЫ
ЖАҚСARTУ ЖОЛДАРЫ**

Техн.ғыл.канд. М.Маханов
Техн.ғыл.канд. Ж.Қ.Қасымбеков
Техн.ғыл.канд. Н.П.Ни

Қазақстанның ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыз етудің топталған жүйелерінің қазіргі жағдайын талдау жасау негізінде мақалада су жүйелері мен технологиясын техникалық жетілдіру, тұтынушыларға пайдаланылатын судың сапасын арттыру, құбырлардың ішінде санитарлық жағдайды жақсарту мен оларды тиімді пайдалану мәселелері қарастырылған.

УДК 577.4: 282.25 (574.52)

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ

Докт. техн. наук

А.К. Заурбеков

М.С. Тлеубаева

Развитие отраслей экономики повышает использование водных ресурсов и ухудшает экологическую обстановку природных комплексов в бассейне реки. На основе анализа и обобщения положений, принципов и критериев оценки экологической обстановки, предложена формула, позволяющая ус- танавливать и сопоставлять социально-эколого-экономиче- ские условия, как внутри небольшого региона, так и в ми- нистрах государства.

Экологическая обстановка в бассейнах реки зависит от уровня использования ее водных ресурсов, как на верхних участках, так и на сред- них и нижних ее участках. С уровнем развития отраслей экономики, режим стока рек все более искажается антропогенной деятельностью. Поэтому необходимо анализировать тенденцию изменения водных ресурсов рек по длине водотока. Для оценки динамики изменения водных ресурсов рек по мере продвижения вниз, были приняты следующие расчетные периоды: до 1960 годов; до 1970 годов; до 1980 годов; до 1990 годов.

К тому же анализировались изменения среднемноголетних значений расходов рек за 1961 ... 1970 гг., 1971 ... 1980 гг. и 1981 ... 1990 года.

Сведения о среднегодовых расходах рек по разным створам до 1960 годов принимались в качестве базовых. То есть, условно считалось, что до 1960 годов гидрологический режим рек не был искажен хозяйственной деятельностью, что далеко не так [1]. Экологическая обстановка по бас- сейнам рек Жамбылской области на уровень 1960 годов еще не вызвала особых беспокойств.

За анализируемые расчетные периоды были рассчитаны среднемно- голетние значения стока реки Шу, таблица 1. Среднемноголетние значения

годового стока реки Шу по створам с.Ташуткуль, свх.им.Амангельды, с.Уланбель (Большая Арна и Малая Арна) непрерывно снижались. К примеру, в створе с.Ташуткуль с 70,6 м³/с (1960) до 55,1 м³/с (1995 г). Уменьшение стока составляет 23,6%. В створе с.Уланбель, за тот же период по Большой Арне - 55%, а по Малой Арне - 35,4%.

Сопоставление среднемноголетних значений годового стока реки за различные десятилетия показывают, что наибольшее уменьшение стока наблюдалось в 1971...1980 годы (таблица 1). Уменьшение стока, по сравнению с периодом до 1960 годов составляет для створа: с.Благовещенск - 38,0%, клх.им.Чапаева - 38,0%; с.Ташуткуль - 34,5%; свх.им.Амангельды - 53,5% и для с.Уланбель (Большая Арна) - 55,8%. Для с.Уланбель (Малая Арна) приходится на 1981-1990 годы и составляет 79,9%.

Наибольшие расходы реки Шу по створам размещения гидрологических постов также подвержены влиянию хозяйственной деятельности человека. Однако, изменение их в основном зависит от фактора управления водохозяйственными объектами в бассейне реки как на верхних, так и на средних и нижних участках реки. Наибольшие изменения среднемноголетнего значения максимального расхода реки Шу приходится также на 1981...-1990 гг., что составляет 33,6% по отношению к расходу реки до 1960 гг в створе свх.им.Амангельды и 33,4% в створе с.Уланбель (Большая Арна). Хотя за тот же период наибольшие расходы реки в створе с.Благовещенск несколько выше по сравнению с расходами реки до 1960г (таблица 2).

Отсюда можно заключить, что максимальные расходы реки Шу с уровнем развития отраслей экономики практически не претерпевают значительных изменений. Это особенно важно при проектировании новых или при реконструкции действующих водохозяйственных объектов в водном источнике.

Статистические параметры годовых и наибольших расходов р.Шу рассчитаны согласно СНиП 2.01.14-83 [2]. Анализ показывает, что коэффициенты вариации годового и наибольших расходов реки Шу по мере продвижения вниз возрастают (таблицы 3 и 4). Об изменении значения коэффициента вариации годовых и наибольших расходов реки до 1995 годов по сравнению с 1960 годами, пока нельзя утверждать (хотя тенденция наблюдается), так как имеются надежные данные, только по посту - клх.им.Чапаева.

Среднегодовые значения
 годовых расходов р. Шу в створах размещения гидрологических постов
 (в пределах Казахстана) за различные периоды, м³/с

№ п/п	Расчет- ные периоды	с. Благовещенск		к.п. им. Чапаева		с.Ташкенткуль		свх. им.Амангелды (с.Фурманово)		с.Улаибель (Большая Арна)		с.Улаибель (Малая Арна)	
		кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее
1.	до 1960	2	59,5	25	71,8	6	70,6	8	79,2	10	24,0	8	11,8
2.	до 1970	2	59,5	33	70,5	8	68,3	16	71,4	19	9,15	18	11,2
3.	до 1980	7	43,4	39	66,6	15	57,8	24	59,8	29	9,65	26	9,41
4.	до 1990	15	47,2	39	66,6	23	55,4	30	55,5	37	9,91	32	8,09
5.	до 1995	20	48,4	39	66,6	27	55,1	35	55,0	42	10,8	37	7,62
6.	за 1961-1970	-	-	8	66,5	2	61,4	8	63,5	9	7,38	10	10,8
7.	за 1971-1980	5	36,9	6	44,7	7	45,9	8	36,8	10	10,6	8	5,22
8.	за 1981-1990	8	50,6	-	-	8	50,8	6	38,0	8	10,8	6	2,37
9.	за 1991-1995	5	51,7	-	-	4	53,4	5	52,4	5	17,5	5	4,65

Таблица 2

Среднегодовые значения
 наибольших расходов р.Шу в створах размещения гидрологических постов
 (в пределах Казахстана) за различные периоды, м³/с

№ п/п	Расчетные периоды	с. Благовещенск		кля. им. Чапаева		с. Ташуткуль		свх. им. Амангельды (с Фурманово)		с. Уланбель (Большая Арна)		с. Уланбель (Малая Арна)	
		кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее	кол-во лет	среднее
1.	до 1960	2	99,0	33	140	11	149	8	214	11	158	10	138
2.	до 1970	2	99,0	41	142	15	146	16	194	21	169	20	138
3.	до 1980	7	95,7	47	151	23	167	24	193	32	161	28	125
4.	до 1990	15	98,6	47	151	31	171	32	180	40	149	34	110
5.	до 1995	20	102	47	151	36	166	35	178	45	152	39	122
6.	за 1961-1970	-	-	8	150,5	4	138,5	8	173	10	183,1	10	137,7
7.	за 1971-1980	5	94,4	6	212,1	8	205,5	8	193	10	142,2	8	93,4
8.	за 1981-1990	8	101,2	-	-	8	182,8	8	141,9	8	103,6	6	42,62
9.	за 1991-1995	5	113,6	-	-	5	135,2	5	162,9	5	174,8	5	204,2

Таблица 3

**Статистические параметры годовых расходов реки Шу
(по гидрологическим постам в пределах Казахстана)**

№ п/п	Гидрологические посты	Площадь водосбора, тыс. км ²	До 1960 г.		До 1955 г.	
			Средне-много-летний расход м ³ /с	Кэф-фици-ент ва-риации	Средне-много-летний расход м ³ /с	Кэф-фици-ент ва-риации
1	с. Благовешенское	22,0	-	-	48,4	0,23
2	свх. им. Чапаева	26,7	71,8	0,16	66,6	0,22
3	с. Ташуткуль	27,7	-	-	55,1	0,29
4	свх. им. Амангельды (с. Фурманово)	39,5	-	-	55,0	0,41
5	с. Уланбель (Большая Арна)	67,5	-	-	16,5	0,53
6	с. Уланбель (Малая Арна)	-	-	-	7,62	0,80

Таблица 4

**Статистические параметры наибольших расходов реки Шу
(по гидрологическим постам в пределах Казахстана)**

№ п/п	Гидрологические посты	Площадь водосбора, тыс. км ²	До 1960 г.		До 1955 г.	
			Средне-много-летний расход м ³ /с	Кэф-фици-ент ва-риации	Средне-много-летний расход м ³ /с	Кэф-фици-ент ва-риации
1	с. Благовешенское	22,0	-	-	102	0,24
2	свх. им. Чапаева	26,7	140,0	0,27	151	0,33
3	с. Ташуткуль	27,7	-	-	166	0,32
4	свх. им. Амангельды (с. Фурманово)	39,5	-	-	178	0,37
5	с. Уланбель (Большая Арна)	67,5	-	-	152	0,62
6	с. Уланбель (Малая Арна)	-	-	-	122	0,86

Анализ изменения среднегодовых расходов реки Шу по длине водотока показывает, что наблюдается непрерывное ее уменьшение. Поэтому с периодом развития отраслей экономики нарушается устойчивость экосистемы. И на настоящее время не создан инструментарий по оценке создавшейся экологической устойчивости в бассейне реки.

В принципе, в результате определения фактического (достигнутого) уровня использования водных ресурсов бассейна реки, а также из условия, соблюдается ли назначенный режим экологических (а иногда и санитарных) полусков, можно оценить создавшуюся экологическую устойчивость на определенной территории (бассейна реки, участке реки или какой-либо другой единице площади). Однако, на настоящее время тяжелую экологическую ситуацию никак нельзя оценить конкретно и однозначно. Причем, создавшаяся тяжелая экологическая ситуация, вызванная загрязнением или истощением водных ресурсов (чаще оба фактора выступают одновременно), оценивается ущербом, нанесенным окружающей среде. При загрязнении водных ресурсов экологическую обстановку можно оценить критерием ПДК [3-5] и др. (Этот критерий позволяет оценить на каком участке реки или регионе, состояние водных ресурсов относительно чище или более загрязнены). А вот при истощении водных ресурсов ухудшение экологической устойчивости никак нельзя однозначно оценить, так как не разработан критерий по его оценке.

Причем, истощение или же загрязнение водных ресурсов сопровождается и другими негативными последствиями (ухудшение социальных условий, экономических характеристик определенного региона и другие) [6-8] и др.

С другой же стороны, загрязнение и истощение водных ресурсов оказывают влияние и на загрязнение других видов природных ресурсов. К примеру, повышение минерализации атмосферного воздуха при усыхании Аральского моря. Ухудшаются состояние и продуктивность растительного и животного мира и др. [9 и др.]

Загрязнение атмосферного воздуха оценивается также показателем (критерием) ПДК [5].

Таким образом, надо разработать интегральный показатель по количественному учету загрязнения окружающей среды, учитывающей суммарное загрязнение от истощения и загрязнения водных ресурсов. Причем, этот показатель должен учитывать ухудшение состояния или загрязнения и других видов природных ресурсов (атмосферного воздуха, растительного, животного мира и других), ухудшение социальных условий жизни населения, а также состояние экономических и народнохозяйственных показателей региона.

К настоящему времени имеются отдельные подходы к разработке интегрального показателя количественной оценки степени загрязнения и опасности загрязняющих веществ [5,10 и др].

Заслуживает внимания показатель, применяемый в работе [10]:

$$X = \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где: X – показатель загрязнения, C_i – концентрация i -го ингредиента; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация данного i -го ингредиента в среде.

Такой вид показателя очень удобно использовать для оценки загрязнения атмосферного воздуха и водной среды. Если количество загрязняющих веществ несколько или их множество, то полученные показатели можно суммировать. Причем, степень (уровень) загрязнения окружающей среды можно классифицировать по широко применяемым для оценки загрязнения водной среды принципам [11]:

- если уровень загрязнения равен или больше 10 ПДК, то это высокое загрязнение;
- если же равен или больше 100 ПДК, то это экстремально высокое загрязнение.

Если указанный принцип переложить на показатель загрязнения, то получится: если $X \geq 10$, то это высокое загрязнение; если $X \geq 100$, то это экстремально высокое загрязнение.

Необходимо подчеркнуть: показатель загрязнения X удобно применять для тех ингредиентов, где лимитируются количественные показатели по принципу «не более». Если же количественные показатели лимитируются по принципу «не менее», то показатель загрязнения нужно принимать как:

$$X_i = \frac{C_i}{ПДК_i}. \quad (2)$$

Причем, оценка уровня загрязнения окружающей среды может производиться и по другому принципу (предлагается следующее: высокое загрязнение не $10X_i$, а $2X_i$; экстремально высокое загрязнение не $100X_i$, а $20X_i$).

Чтобы привести показатели загрязнения к общему сопоставимому виду, можно воспользоваться:

$$\Phi_i = \sum_{i=1}^n X_i + \lambda \sum_{j=1}^m X_{ij}, \quad (3)$$

где: Φ_n – общий показатель загрязнения окружающей среды; X_i – показатель загрязнения окружающей среды по i -му ингредиенту; n – количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более»; X_{ij} – показатель загрязнения окружающей среды по j -му ингредиенту; k – количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее»; λ – коэффициент, учитывающий приведение к сопоставимому виду ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее» с ингредиентами, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более». Ориентировочно $\lambda = 2 \dots 10$.

Влияние улучшения уровня загрязнения окружающей среды на социальные условия жизни населения на основе подсчета ущербов теоретически оценить еще возможно. Однако, достоверно определить очень трудно. Поэтому, предлагается ввести показатель – фактический уровень социальных условий жизни населения в зоне загрязненного региона:

$$\Phi_{\text{ф.у.ж.}} = \frac{Z_{\text{с.у.}}^{\text{к}}}{Z_{\text{с.у.}}^{\text{ф}}} \quad (4)$$

где: $\Phi_{\text{ф.у.ж.}}$ – фактический уровень социальных условий жизни населения; $Z_{\text{с.у.}}^{\text{к}}$ – суммарные затраты (из госбюджета) на социальные условия жизни населения в контрольном (благополучном) регионе. (тенге). Может приниматься среднегоосударственное значение или же средние размеры. $Z_{\text{с.у.}}^{\text{ф}}$ – фактические затраты государства на развитие социальных сфер жизни населения в загрязненном регионе, (тенге).

Очевидно, для выравнивания удельных весов различных слагающих социально-эколого-экономических условий рассматриваемого региона, дополнительно к фактическому уровню социальных условий жизни населения необходимо ввести весовые коэффициенты λ_1 . Размеры весовых коэффициентов можно принимать в пределах $\lambda_1 = 5 \dots 10$, так как социальные условия жизни населения являются важнейшим компонентом благополучности региона, развития государства. Таким образом:

$$\Phi_{\text{с.у.}} = \lambda_1 \cdot \frac{Z_{\text{с.у.}}^{\text{к}}}{Z_{\text{с.у.}}^{\text{ф}}} \quad (5)$$

где: $\Phi_{\text{с.у.}}$ – социальные условия жизни населения.

К экономическому ущербу относятся: ухудшение здоровья населения, ущербы коммунальному, сельскому, рыбному и лесному хозяйству, промышленности и другим подразделениям отраслей экономики.

Ухудшение здоровья населения в основном оценивается путем подсчета ущербов от загрязнения среды /10/.

Размеры ущербов не позволяют оценить уровень ухудшения здоровья населения, то есть влияние уровня загрязнения окружающей среды на уровень здоровья населения региона. Поэтому предлагается введение показателя фактического уровня ухудшения здоровья населения проживающего (выполняющего производственную деятельность) в зоне влияния загрязняющих объектов:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{Y_{\Sigma}^{\phi}}{Y_{\Sigma}^k}, \quad (6)$$

где: Φ_{Σ} – фактический уровень ухудшения здоровья населения; Y_{Σ}^{ϕ} – фактические затраты населения на поддержание своего здоровья, проживающего в загрязненном районе, тенге; Y_{Σ}^k – фактические затраты населения на поддержание здоровья в контрольном районе (либо затраты населения на поддержание здоровья в том же загрязненном районе, но при условии отсутствия загрязняющего(-щих) объекта(-гов)), тенге.

Оценка ухудшения экономических показателей в основном производится на основе подсчета ущербов, наносимых отдельным отраслям экономики от загрязнения окружающей среды /6, 10/. Не останавливаясь на приемах подсчета ущербов отраслям экономики, непосредственно перейдем на вопросы оценки уровня ухудшения экономических показателей загрязненного региона. Предполагается показатель:

$$\Phi_{\Sigma \text{ в}} = \eta \frac{D^k}{D^{\phi}}, \quad (7)$$

где: $\Phi_{\Sigma \text{ в}}$ – фактический уровень экономической благополучности региона; D^k – национальный доход на одного работающего в контрольном районе (благополучном районе), тенге. Могут приниматься среднегосударственные или же среднемировые размеры дохода; D^{ϕ} – фактический национальный доход на одного работающего в загрязненном районе, тенге; η – весовой коэффициент, учитывающий народнохозяйственное значение отраслей экономики развиваемых в дан-

ном регионе. Размеры весовых коэффициентов можно принимать в пределах 2...10.

Достоверное определение размера фактического уровня экономической благополучности региона можно устанавливать при помощи подсчета ущербов каждой отрасли экономики. К примеру, по такой зависимости:

$$\Phi_{ЭБ} = \sum_{j=1}^I \frac{Y_j^{\Phi}}{Y_j^R} \quad (8)$$

где: Y_j^{Φ} - фактический экономический ущерб j -ой отрасли экономики в результате загрязнения окружающей среды, тенге; Y_j^R - фактический экономический ущерб j -ой отрасли экономики в контрольном (благополучном) районе, тенге. Почему фактический экономический ущерб в контрольном районе? Да потому, что нет в Республике Казахстан относительно благополучного региона.

Таким образом, оценку ухудшения социально-эколого-экономических условий региона можно определить как:

$$\Phi_{СЭЭ} = \Phi_{Э} + \Phi_{С.У.} + \Phi_{Э.У.} = \Phi_{Э} + \Phi_{С.У.} + \Phi_{Э} + \Phi_{ЭБ}. \quad (9)$$

где: $\Phi_{СЭЭ}$ - фактический уровень социально-эколого-экономической благополучности региона; $\Phi_{Э}$ - фактический уровень экологической благополучности региона, $\Phi_{С.У.}$, $\Phi_{Э.У.}$ - соответственно фактические уровни социальных и экономических условий региона.

Выводы:

Анализ динамики изменения гидрологического режима реки Шу (годовых и максимальных расходов воды) в створах расположения гидрологических постов по длине водотока за многолетний период показывает, что среднемноголетние значения стока по мере развития отраслей экономики непрерывно снижались. Приток воды в их низовья непрерывно уменьшался. То есть, развитие отраслей экономики вызывает возрастание уровня использования водных ресурсов бассейна реки и, как следствие, ухудшение экологической и соответственно социальной и экономической ситуации в низовьях. Все это требует разработки специального критерия по оценке социально-эколого-экономической обстановки рассматриваемого района.

Имеются критерии по оценке в отдельности экологического, экономического и социального условий конкретного района. Предлагаются отдельные обобщенные критерии. Однако, интегральный показатель не разработан. Социально-эколого-экономическую обстановку рассматриваемого

района предлагается оценивать по разработанному критерию (зависимость 9). Использование предлагаемого критерия позволяет сопоставить социально-эколого-экономические условия внутри одного бассейна реки, региона, области или же в целом по территории одного или нескольких государств. Причем, не требует разработки и внедрения в существующую государственную отчетность дополнительных показателей, прост в использовании в массовых технико-экономических и в других расчетах.

Литература

1. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Часть I и II. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691 с.
2. СНиП 2.01.14 – 83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 36с.
3. Дружинин И.П., Шишкин А.И. Статистические модели прогноза качества воды. // Гидротехника и мелиорация. 1987. – № 1. – с.64-67.
4. Методика расчета предельно допустимых сбросов /ПДС/ веществ в водные объекты со сточными водами. – Харьков: ВНИИВО, 1990. – 113 с.
5. Пособие по составлению раздела проекта /рабочего проекта/ «Охрана окружающей среды»/ и СНиП 02.01.85 /. – М.: ЦНИИпроект, 1988. – 187 с.
6. Грин Г.Д., Демин Д.П., Федоров Б.Г. Канал Иртыш–Караганда /Водохозяйственные, социально-экономические и экологические аспекты/ - М.: Наука, 1987. – 135 с.
7. Мухамедов А.М. О рациональном и экономном использовании воды в республиках Средней Азии. // Вестник сельскохозяйственной науки. 1989. – №9. – с.119-123.
8. Турсунов А.А. Аральская катастрофа и климатические тенденции в Центральной Азии. //Водные проблемы аридных территорий. Труды института водных проблем АН РУз. – Ташкент; ГГП «Узбекгидрогеология». – 1995. Вып.3. – с.28-48.
9. Гидрометеорологические проблемы Приаралья. –Л.:Гидрометеиздат, 1990.
10. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей среды. - Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 191 с.
11. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1985г. – Алма-Ата, 1986.- 289 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ӨЗЕН АЛАБЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Техн. ғыл. докт.

А. К. Заурбеков
М. С. Тлеубаева

Экономика салаларының дамуы пайдаланудың өсуі мен өзен алабының табиғи кешендерінің экологиялық тұрақтылығының нашарлауына әкеліп соғады. Экологиялық жағдайды бағалау мәселелері мен критерийлері және негіздерін саралай келе, кішігірім аймақтар аумағында ие болмаса мемлекет көлемінде әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жағдайларды анықтауға және оларды салыстыруға мүмкіндік беретін формула ұсынған.

УДК 666.97.033

**ТЕХНОЛОГИЯ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Канд.техн.наук М.С.Дуамбеков

Рассмотрены вопросы технологии борьбы с опустыниванием, нетрадиционный способ в использовании подвижных песков в народнохозяйственных целях, а также вибрационное и безвибрационное формование с использованием различных отходов.

Актуальность этой проблемы связана с увеличением воздействия человека на пустынные ландшафты, т.е. в основном в результате истощения водных ресурсов беспланового использования древесно-кустарниковых растительности на топливо, а также вследствие механического их разрушения в связи с ветровой эрозией и некоторой степени со строительством дорог привело к интенсивным процессам разветривания и расширению площадей подвижных песков. Это обстоятельство требовало проведения работ по борьбе с опустыниванием, в первую очередь оно заключалось в разработке эффективных технологий закрепления подвижных песков.

Традиционно, для закрепления песков применяется следующая технология. Используя нефть, мазут и другие производные нефтепродуктов, получают защитные покрытия, обладающие определенной эластичностью, а гассиполова смола, сульфидно-дрожжевая бражка (СДБ) дают жесткие корки. Покрытия с упругими связями более устойчивы к механическим воздействиям, в то время как жесткие корки легко повреждаются.

В данной работе предложен нетрадиционный, разработанный автором способ борьбы с подвижными песками. Суть его состоит не только в закреплении, а в использовании подвижных песков в народнохозяйственных целях, а также изготовление из бетонных изделий конструкции для закрепления песков. Барханные пески можно использовать для формования бетонных изделий. Очень важно отметить, что при этом достигнута экологически чистая технология и ее высокая экономическая эффективность.

Кроме вибрационных предложена безвибрационная технология формирования песчаных бетонных смесей считающейся перспективной с экологической точки зрения, так и исключая отрицательные влияния вибрационных колебаний на человека. Для определения влияния составов на прочностные свойства песчаных бетонных смесей проведены эксперименты с использованием методов математического планирования. Предложена методика комплексного анализа всех варьируемых факторов на оптимизируемую величину.

В результате реализации эксперимента и последующей статистической обработки данных получены уравнения, описывающие в зависимости прочности бетонной смеси от различных факторов.

Комплексная графическая зависимость при вибропрессовании представлена на рисунке 1а, а при роликовом прокате на рисунке 1б.

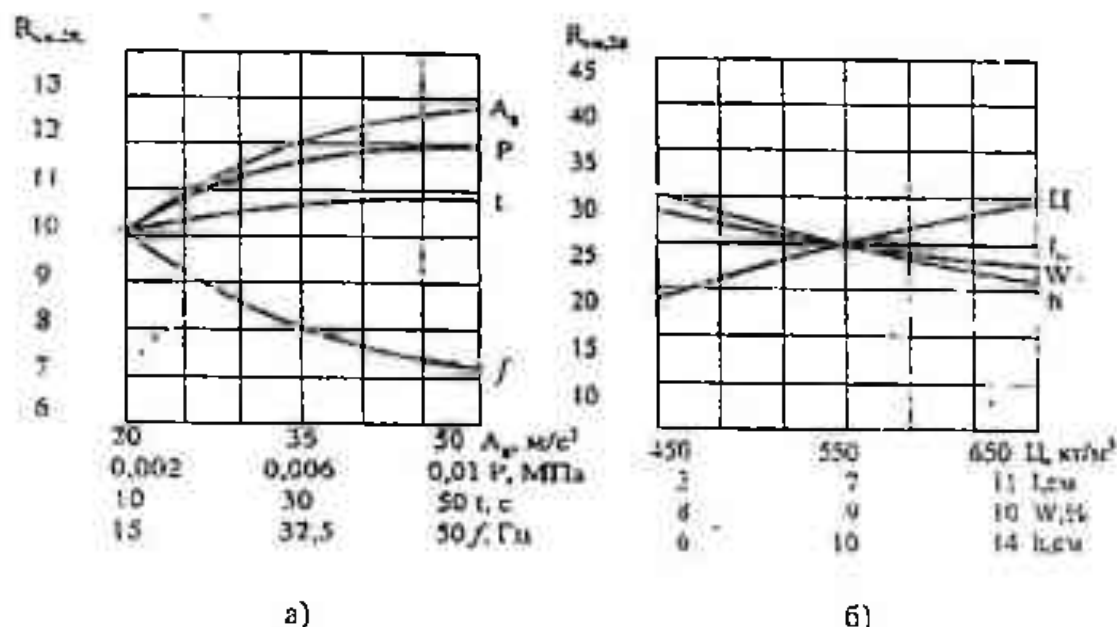


Рис. 1. Зависимости прочности при сжатии от варьируемых факторов (вибрационное, роликовое формование). а) вибрационное уплотнение. Ось абсцисс – ускорение вибрации (A_v , м/с²), давление пригруза (P , МПа), время уплотнения – (t , с), частота вибрации (f , Гц), ось ординат – прочность при сжатии ($R_{сж}$, МПа); б) роликовое формование. Ось абсцисс – расход цемента (Γ , кг/м³), высота ролика (l , см), влажность смеси (W , %), толщина бетонной смеси (h , см), ось ординат – прочность при сжатии ($R_{сж}$, МПа)

Сделан сравнительный анализ данных вибрационного, роликового и вибровакуумкарбонизационного формований (рисунок 2.а, б.). Были изучены некоторые технические свойства бетонов: предел прочности при сжатии ($R_{сж28}$) и изгибе ($R_{из28}$), средняя плотность ($\rho_{ср}$), водопоглощение (W) и скорость прохождения ультразвука ($V_{узв}$).

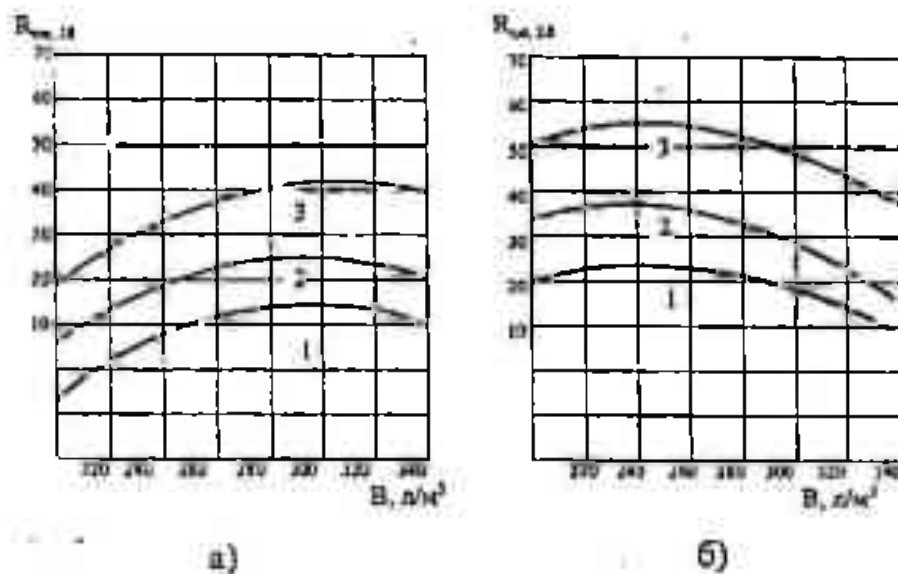


Рис.2. Зависимость прочности бетона от расхода воды. а) вибрирование; б) вибровакуумкарбонизационное формование. Ось абсцисс – расход воды (V , $л/м^3$), ось ординат – прочность при сжатии (R , МПа). Обозначения кривых: 1- соотношение цемент : песок=0,35; 2- соотношение цемент: песок=0,55; 3-соотношение цемент: песок=0,75

В результате определения режима формования различных технологий уплотнения песчаных бетонных смесей на основе барханных песков получены параметры уплотнения и составы, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы бетонных смесей для изготовления стеновых камней и других изделий виброуплотнением, вибропрессованием и вибровакуумкарбонизацией

Марка, класс бетона	Расход составляющих на $1м^3$ бетона		
	Барханный песок, кг	Цемент М400, кг	Вода, л
В15	1720	370	235
В20	1680	440	240
В30	1625	510	245
В35	1600	580	250

Сопоставление данных испытаний образцов, полученных вибрационным и вакуумкарбонизационным формованием, а также результатов расчета позволяет сделать вывод, что вакуумкарбонизационный способ формования обеспечивает повышение прочности бетона на 25-

30% за счет большей плотности цементного камня. Все это является достаточно существенным показателем эффективности вакуумкарбонизационного метода формования. Однако главным преимуществом этого метода является начальная прочность R_0 , которая по сравнению с общепринятым методом изготовления образцов, увеличивается на 25-30%.

Для исследования влияния добавок на свойства песчаной бетонной смеси с применением барханных песков использованы следующие добавки: СДБ, С-3, СДБ + молотая негашеная известь (СДБ+СаО), отходы завода бытовой химии, мраморная и керамическая пыль.

Добавки введены различными путями: СДБ, С-3, отходы промышленности - с водой затворения, в виде растворов, СаО - с цементом, путем тщательного перемешивания, жидкое стекло - путем пропитки свежотформованных изделий перед подачей углекислого газа. Определено, влияние этих добавок на технологические (подвижность, связность, скорость твердения) и эксплуатационные (прочность) свойства.

Влияние СДБ, С-3 и отходов завода бытовой химии на подвижность смесей в условиях вибровакуумкарбонизационного формования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Водопотребность бетонных смесей и прочность бетона с добавками при вакуумкарбонизационном формовании (состав бетона 1:3, жесткость 15-20 с)

№ п/п	Содержание добавок в % от массы цемента	Расход воды, л/м ³	Предел прочности при сжатии МПа, в возрасте
			28 дней
1	Обычный бетон	240	40
2	0,2 СДБ	212	45
3	0,6 СДБ	202	46
4	0,7 СДБ	190	41
5	0,9 СДБ	180	42
6	0,9 СДБ+15 СаО	180	55
7	0,9 СДБ+20 СаО	182	60
8	0,9 отхода бытовой химии	220	41
9	0,20 отхода бытовой химии	197	43
10	0,6 отхода бытовой химии	181	42
11	0,6 отхода+15 СаО	190	50
12	0,6 отхода+20 СаО	194	52
13	Пропитка жидким стеклом плотностью 1,6	232	55
14	Отход керамической промышленности	202	51
15	Отход - мраморная пыль	196	52

Из данных видно, что эффективность добавок-пластификаторов в условиях вибровакуумкарбонизационного формования существенно выше, чем в обычных условиях. Введение добавок пластификаторов повышает связность, воздухоудерживающую способность, а эффект пластификации при вакуумировании наблюдается не только у подвижных, но и у весьма жестких смесей. Это обеспечивает возможность эффективного использования смесей и снижения расхода добавок-пластификаторов. Данные о влиянии некоторых добавок на водопотребность бетонных смесей и прочность бетона в условиях вибровакуумкарбонизационного формования также представлены в таблице 2.

Прочность бетона в присутствии пластификаторов - СДБ и отходов завода бытовой химии повышается, но однако наблюдается значительное уменьшение водосодержания смесей, что связано с чрезмерным замедлением твердения цемента на начальном этапе.

В результате выполненных работ можно сделать следующие выводы, что при внедрении предлагаемого комплекса природоохранных мероприятий, а также использование экологически чистых технологий формования песчаных бетонных смесей применением местных барханских песков дает возможность получить весомый эколого-экономический эффект.

Литература

1. Зонн И.С., Орловский Н.С. Опустынивание стратегия борьбы. /Под.ред.чл-корр. АН СССР А.Г.Бабаева.-А., «Фылым», 1984.-320с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰМДАРМЕН КҮРЕСУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ҚҰРЫЛЫСТА ПАЙДАЛАНУ

Техн.ғыл.канд. М.С.Дуамбеков

Бұл жұмыста жылжымалы құмдармен күресу технологиясы, оларды ауыл-шаруашылығында қолданудың кең тарамаған тәсілі және құмды бетондарда өртүрлі қалдықтарды қолданып, оларды тербелмелі және тербелмелсіз нығыздау тәсілі келтірілген.

УДК 531.579:577.4

**АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОГО ДВИЖЕНИЯ
АВТОТРАНСПОРТА**Докт.техн.наук
Докт.техн.наук
Канд.техн.наукВ.К.Бишимбаев
М.Сахы
И.С.Тилегенов
Н.М.Абзелбектеги

Изучено общее состояние загрязнения окружающей среды выбросами автомобильного транспорта. Для оценки степени загрязнения проведено исследование и установлено, что количественный и качественный состав – вредных веществ зависит от интенсивности движения и режима работы светофора на перекрестках.

В автомобильных двигателях внутреннего сгорания в мире ежегодно сжигается около 2 млрд.т нефтяного топлива. На начало 1998г. в Казахстане эксплуатировалось 1228000 автомобилей, в том числе более 945500 легковых, около 176480 грузовых, более 54 тыс. специальных автомобилей и 53156 автобусов.

Количество автомобилей использующих в качестве топлива газ не превышает 2,7%, доля грузовых автомобилей, работающих на дизельном топливе, в среднем по Казахстану составляет 22%, а автобусов более 16% /1/.

В процессе сгорания топлива в камере при взаимодействии с кислородом воздуха двигатель хотя и развивает большую мощность, но работает неэкономично и выбрасывает в окружающую среду токсичные вещества – оксид углерода и азота, альдегид и несгоревший углеводородород, среди которых ароматическое вещество бензопирин, вызывающий онкологические заболевания. При применении топлива с некоторыми присадками и примесями (например, свинец). Суммарное поступление свинца в окружающую среду при использовании этилированного бензина составлял на территории Казахстана в 1996г. примерно 370 т, в том числе около 200 т от грузового транспорта /2/.

Автотранспорт загрязняет атмосферный воздух не только токсичными компонентами отработанных газов, парами топлива, но и в

городские водоемы и почву попадают топливо и масла, сажа, моющие средства и после мойки грязная вода. Наибольший ущерб здоровью населения наносится там, где интенсивное движение автомашин непосредственно вблизи от жилых массивов.

Количественный и качественный состав выделяемых в окружающую среду токсичных и вредных веществ зависит от численности и технического состояния автомобилей в первую очередь от мощности двигателей. От неисправности карбюратора бензинового двигателя внутреннего сгорания выброс оксида может возрасти в 3-6 раз.

В городских условиях состав отработанных газов зависит от интенсивности движения автомобиля. Низкая скорость движения и частые ее изменения, остановки, многократные торможения и разгоны способствуют повышенному выделению токсичных веществ. Наша страна намного отстала от развитых стран Запада по решению проблемы предотвращения выбросов отработанных газов автомобилем.

Результаты наблюдений показывают, что каждый пятый автомобиль эксплуатируется с повышенной токсичностью или дымностью отработанных газов. В крупных городах доля загрязнения воздуха автотранспортом достигает 70-80% от общего загрязнения.

В ряде городов содержание окиси углерода в воздухе над автомагистралями в 10-12 раз превышает предельно допустимую норму [2].

Для оценки степени загрязнения атмосферы автомобильными выбросами по городу Таразу проведено исследование в районе прилегающему к рынку «Достык» и «Кайкармет», перекрестков улиц Байзак батыра и Ташкентской, проспекта Жамбыла – Айтеке би, Конаева – Желтоксан, Казыбек би – Койгельды батыра. Установлено влияние интенсивности движения автомобиля согласно режиму работы светофора в городских условиях на количественный и качественный состав токсичных веществ в выбросах отработанных газов двигателя (таблица).

Как видно из таблицы, расчетное содержание отдельных токсичных газов (CO , NO_x , SH) в объемных единицах превышает предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе.

Продолжающееся загрязнение природной среды неизбежно приведет к дальнейшим неблагоприятным изменениям состояния здоровья населения. Даже, если бы в ближайшее время удалось полностью исключить загрязнение окружающей среды, то это не смогло бы остановить отдаленные эффекты воздействия химического загрязнения, которое в настоящее время вызывает особое беспокойство.

Таким образом, сокращение выбросов автомобильного транспорта за счет лучшей организации эффективных способов и средств нейтрализации выхлопных газов, увеличение доли дизельных и работающих на газообразном топливе двигателей являются актуальной проблемой.

Таблица

Результаты исследования выбросов автомобильным транспортом

№ п/п	Типы автомобилей	Количество автомобилей		Продолжительность красного света, T_k за 1 ч	Объект исследования (перекресток)	Удельное содержание выхлопных газов, кг/ч	Индекс газа	Содержание газов, кг/ч		Суммарное содержание	Примечание
		N_n	N_a					$m_{i,n}$	$m_{i,a}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.	На холостом ходу (красный свет)										
1.1.	Легковые	310	247	0,42		0,00075 0,000066 0,000008	CO CH NO	0,0098 0,00086 0,000104	0,078 0,00067 0,000082	0,0176 0,00153 0,000186	
1.2.	Автобусы	86	42	0,42		0,000135 0,000026 0,000016	CO CH NO	0,0049 0,00094 0,000054	0,0024 0,00046 0,000028	0,0073 0,00160 0,000082	
1.3.	Грузовые	56	51			0,000135 0,000026 0,000016	CO CH NO	0,0032 0,00061 0,000034	0,0029 0,00056 0,000034	0,0061 0,00117 0,000068	
II.	При замедлении и разгоне 10-20 км/ч в течение 15 сек на расстоянии 100 м										
2.1.	Легковые	310	247			0,000028 0,000028 0,000006	CO CH NO	0,0087 0,0097 0,000126	0,00691 0,00691 0,000148	0,001561 0,00128 0,000334	
2.2.	Автобусы	86	42			0,000046 0,000081 0,000001	CO CH NO	0,00395 0,000696 0,000086	0,00193 0,000340 0,000042	0,00588 0,001036 0,000128	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.3.	Грузовые	50	51			0,000046 0,0000081 0,000001	CO CH NO	0,00257 0,000413 0,000056	0,00234 0,00346 0,00051	0,00491 0,03458 0,000117	
III.	Пробег через светофор со скоростью 20 км/ч на участке 100м										
3.1.	Легковые	87	51			0,000029 0,000028 0,0000006	CO CH NO	0,00243 0,00243 0,00052	0,00142 0,00142 0,00030	0,00385 0,00385 0,00082	
3.2.	Автобусы	15	14			0,000046 0,0000081 0,0000006	CO CH NO	0,00069 0,000121 0,00052	0,00064 0,000113 0,000030	0,00123 0,000234 0,00082	
3.3.	Грузовые	18	9			0,000046 0,0000081 0,000001	CO CH NO	0,00082 0,000145 0,000018	0,00041 0,000072 0,000138	0,00123 0,000215 0,000156	
$\sum m_{CO} = 0,049961 \text{ кг/ч}; \quad \sum m_{CH} = 0,045415; \quad \sum m_{NO} = 0,002711$											

Литература

1. Зайцев В.А. Промышленная экология: Учебное пособие / РХТУ им.Д.И.Менделеева. -М., 1998, - 140 с.
2. Цыганков Ф.П., Балацкий О.Ф., Сенин В.И. Технический прогресс химия – окружающая среда. -М.: Химия, 1979, - 295 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

АВТОКӨЛІКТЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫС ЕКПІНДЕРІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЛАСТАНУЫН ЗЕРТТЕУ

Техн.ғыл.докт.	У.Қ.Бишімбаев
Техн.ғыл.докт.	М.Сахы
Техн.ғыл.канд.	И.С.Тілегенов
	Н.М.Әбзелбектегі

Автокөліктерден шығарылатын газдармен қоршаған ортаның ластануының қазіргі жағдайына талдау жасалынған, ластану дәрежесін анықтау үшін зерттеулер жүргізілген және автокөліктерден шығарылатын газдардың құрамы, сапасы оның қарқынды қозғалысына және сфетофорлардың өткізу қабілетіне байланысы анықталған.

ЖОК 631.586: 626.88

ТЕРЕҢ ҚОПСЫТУДАН КЕЙІНГІ ЫЛҒАЛ МЕН ТОПЫРАҚ ЕРІТІНДІСІНДЕГІ ОСМОТИКАЛЫҚ ҚЫСЫМДЫ АНЫҚТАУ

Техн.ғыл.канд. Ә.С.Сейітқазиев

Көпжылдық өндірістік-тәжірибелердің негізінде мелиоративтік терең қопсытудан кейінгі ылғалдылықты және осмотикалық қысымды анықтау тәсілдері көрсетілді.

Мелиоративтік терең қопсыту топырақтың физика-механикалық қасиеттеріне үлкен әсерін тигізеді. Терең қопсытудан кейін бұл аталған қасиеттерді өзгерту төмендегі негізгі үш ықпалға байланысты: топырақты құрайтын жыныстың тегі мен құрамы, шірімген органикалық заттардың топыраққа араласу дәрежесі және пайдаланылатын қопсытудың түріне.

Топырақты құнарландыру, оны өңдеу жұмыстарындағы тәсілдерге де көп байланысты. Мұндай тәсілдің бірден-бір қажеттілігі, әсіресе сор жерлерде, топырақтың генетикалық қабатында кебірленген қалыңдықтағы жағдайда өте пайдалы. Тұзды жерлердегі минералды суларды есептеу қабатынан, сондай-ақ, топырақ ерітіндісіндегі тұздарды жеңіл түрде ығыстыру үшін қажет.

Қопсыту шаралары жүргізілген алқаптағы топырақтың түрі сұр-шалғындыдан, шалғынды-батпақты және сортаңтартқан жартылай шөлейтті, шөлейтті және далалы аймақтарға жатады. Ыза суының орналасу тереңдігі 1,5 м-ден 4 м, кейде 2-3 м аралығында кездеседі. Яғни көпшілік бөлігі гидроморфтыдан жартылай гидроморфтыға ауысады. Егіс танабындағы жер асты сулары мен ыза суы деңгейі ағынсыз. Сондықтанда, бұл алқаптағы топырақтың тұздануы мен қатар ыза суы да минералданған, ендеше, міндетті түрде тұрақты және уақытша керіздеу шаралары қажет.

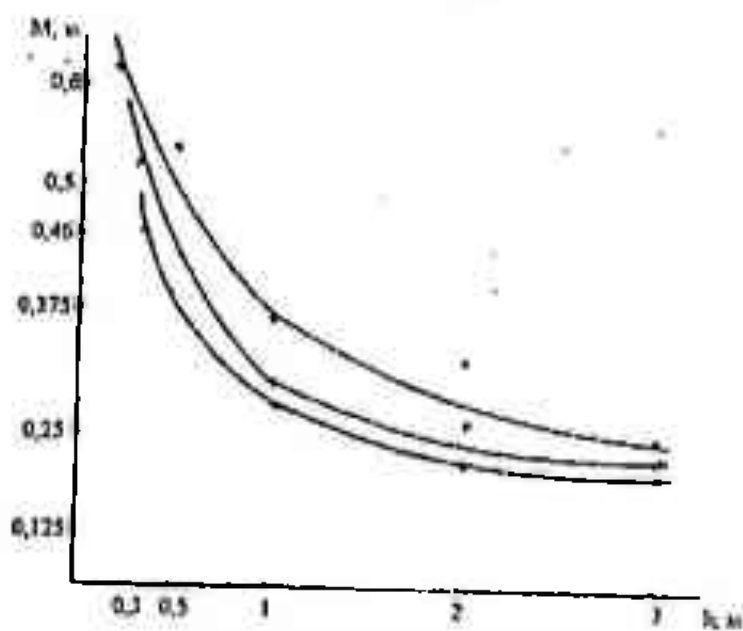
Мелиоративтік әдіспен терең қопсытудан кейін, кеуектік кеңістіктің толтырылуы ескерілгендегі t уақыт аралығындағы топыраққа сіңірілген судың жалпы мөлшері (M) тең:

$$M = K_0 I^{n-1} + \Delta W \quad (1)$$

$$\Delta W = 100\gamma \cdot H(\beta_{\text{Ғтыс}} - \beta_0) \quad (2)$$

Мұндағы ΔW -кеуектік кеңістігін толтыру үшін қажетті судың көлемі, м; γ -топырақтың тығыздығы, т/м³; H -топырақтың есептеу қабаты, м; $\beta_{\text{ЕТМС}}$ -ең төменгі ылғал сыйымдылығы %, β_0 -қопсытудың алдындағы ылғалдылық %, α топырақтың алғашқы ылғалдану көсеткіші.

Кесте 1-де қосыту аралықтары (0,3, 0,5, 1,0, 2,0, 3 м) және терең қопсытудың есептеу қабаты мен қажетті мәліметтер берілді. Мұндағы мәліметтерден неғұрлым қопсыту аралықтары жақын болса, соғұрлым кеуектікте сіңірілетін судың мөлшері жоғары болатындығы байқалады. Сонымен қатар сіңірілу жылдамдығы да қопсыту аралығына тікелей қатысты екендігін анық байқатты (сурет).



Сурет. Ылғалдың топыраққа сіңімділігі

Кесте 1

Терең қопсытудағы кеуектік кеңістігіне ылғал толтырғаннан кейінгі судың мөлшерін анықтау

Қосыту аралығы, м	h , м	γ , т/м ³	β_0 , %	$\beta_{\text{ЕТМС}}$, %	$K_{\text{ср}}$, м/сағ	α	t , сағ	ΔW , м	m , м	$M = \Delta W \cdot m$, м
0,3	0,6	1,35	12	22	0,072			0,0810	0,5256	0,6066
	0,8	1,37	13	21	0,06	0,8	12	0,0877	0,4380	0,5257
	1,0	1,40	13	20	0,05			0,0980	0,3650	0,4630
0,5	0,6	1,35	12	22	0,072			0,0810	0,4097	0,4597
	0,8	1,37	13	21	0,06	0,7	12	0,0877	0,3414	0,4291
	1,0	1,40	13	20	0,05			0,0980	0,2845	0,3825
1,0	0,6	1,35	12	22	0,072			0,0810	0,2491	0,3301
	0,80	1,37	13	21	0,06	0,5	12	0,0877	0,2076	0,2953
	1,0	1,40	13	20	0,05			0,0980	0,1730	0,2710
2,0	0,6	1,35	12	22	0,072			0,0810	0,1944	0,2754
	0,8	1,37	13	21	0,06	0,4	12	0,0877	0,1620	0,2497
	1,0	1,40	13	20	0,05			0,0980	0,1350	0,2330
3,0	0,6	1,35	12	22	0,072			0,0810	0,1181	0,1991
	0,8	1,37	13	21	0,06	0,2	12	0,0877	0,0984	0,1861

Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде алынған мөлiметтерден белгiлi. Жалпы топырағының морфологиялық құрылымын генетикалық тұрғыдан қарастырсақ: жыртылатын қабатында қарашiрiк мөлшерi 1,5-2%-тен сөл ғана асады. Өсiмдiк тамыры жайылған кабатта және жобалық есептеу қабатында өте нақты су өткiзетiн кебiрлер кездеседi. Бұл кебiр қабатының қалыңдығы 0,6 м-ден 1,3 м-ге дейiнгi аралықта кездеседi /1/. Мiнеки, қарашiрiгi аз, жоғарыдан келген жанбырдың суын, жер бетiмен келген суғару сулары төменгi кабатқа еркiн сiнiрiлмей, кей жерлерде iркiлiп қалуы, жасанды саз балшықты топырақ құрамының минералды сулармен қосылып, ағынсыз булануы топырақ қабатындағы өсiмдiк тамырларын бунап, минералдардың жиналуына мүмкiндiк бередi /1/.

Жоғарыда аталған есептеу қабатындағы кебiрленген қатты кабат-тан құтылу және сортаң топырақтың су өткiзгiштiк қабiлетiн арттыру үшiн өндiрiсте мелиоративтiк қопсытудың әр алуан түрлерi кездеседi /2. 3/. Бiрақта бiздiң қолданып отырған мелиоративтiк терең қопсыту құралымыз бұлардан өзгеше және өте қарапайым, қолдануға ыңғайлы /1/.

Қазiргi кезде мелиоративтiк терең қопсытуды шөлейттi және далалық аймақтарда тұзданған және сортаң тартқан топырақтың қатты кабаттарын механикалық тәсiлмен қопсыту үшiн пайдаланылады. Сонымен қатар негiзгi қағидасы тұзданған топырақты шаюдың алдында сүзiлу коэффициенттерiн арттыру үшiн, сор мен сортаңды тұзсыздандыруды тездету үшiн және шаю мерзiмiн қысқартып, оған шығындалатын судың көлемiн азайту мақсатында қолданылады.

Көп жылдық кеңейтiлген талдаулар мен зерттеу тәжiрибелерiнен байқағанымыз топырақ - экологиялық өрiсте мелиоративтiк терең қопсытуды қолдану әлi өз деңгейiнде емес. Сонымен қатар, терең қопсыту топырақты гидрологиялық алмасуына әсерi мен терең қопсыту үнемдiлiгi толық зерттелмедi. Ашық сұрғылты тұзды топырақ жыныстарындағы топырақ құралудың терең қопсытудан кейiнгi алатын орны анықталады. Ал терең қопсыту ең алдымен топырақ қасиеттерiне әсер ететiн негiзгi ықпалдың бiрi. Керiзiлiк жүйеде мелиоративтiк қопсыту танаптағы эколого-гидрологиялық жағдайда химиялық элементтердiң ығысуына тiкелей әсерi болады.

Ауыл шаруашылық дақылдарының қалыпты өсуi топырақты сипаттауда маңызды физика-химиялық әсерiне жататындар топырақ ерiтiндiсiндегi қоспасы (С) және ондағы осмотикалық қысым (π) болып табылады. Бұл аталған екі ықпал өзара байланысты. Топырақ ерiтiндiсiндегi осмотикалық қысым өсiмдiктердiң су алмасуында өте маңызды - орын алады, сонымен қатар, тұзданған топырақты жерлердегi топырақ ерiтiндiсiндегi улы тұздар қоспасынан тұрады. Тұздардың химиялық құрамына хлорлы, сульфатты-хлорлы, хлорлы-сульфатты, байланысты, топырақ ерiтiндiсiндегi улы тұздар құрамы ондағы ең төменгi ылғал сыйымдылығына сәйкес, топырақтың кез келген механикалық құрамы үшiн кесте 2 берiлген шамада өзгередi. Тұздардың ылғал сыйымдылығындағы топырақ ерiтiндiсiн

анықтағаннан соң, топырақтағы тұздардың осыған сәйкес құрамын, ерітетін ылғал көлеміне ($W-V$) сай анықтауға болады:

$$a = 0,001 \cdot C(W - V). \quad (3)$$

Мұндағы a - топырақтағы тұздар құрамы, %; C - топырақ ерітіндісіндегі қоспа (концентрация), г/л; W - ең төменгі ылғал сыйымдылығына сай келетін ылғалдылық, %; V - топырақтағы ерітілмейтін тұздардың ылғал көлемі (гигроскопиялық ылғалдылық), %; $W-V$ - топырақтағы ерітетін ылғал көлемі. Топырақтың механикалық құрамына байланысты, ондағы ылғал сыйымдылығы мен гигроскопиялық ылғалдылықтарда өзгеріп отырады (кесте 2).

Сортартқан жерлердегі ауыл шаруашылық дақылдарынан тиісті өнімді алу үшін сортандану дәрежесі (EC_e , мСм/см) электро-өткізгіштік қабілетін табу арқылы және әрбір дақылға сәйкес сортантартудың шекті мөлшері (a , мСм/см) мен сортандықтың өсуіне байланысты өнімнің төмендеуі (a , %) АҚШ /4/ ғалымдарының зерттеулерін ескере отырып, ал тұздың құрамына сәйкес мұндағы (EC_e , мСм/см) мәнін анықтаймыз. Бізге EC_e мәні белгілі болса, онда-осмотикалық қысымды мына формуламен /5/ анықтауға болады:

$$\pi = 0,36 EC \quad (4)$$

Зерттеу жұмыстары жүргізілген танаптағы дақылдардың өнімділігін кесте 2 көрсетілген мәндерге сәйкес табамыз. Мелиорациялық практикадағы ғылыми зерттеулердің негізінде 1 мСм/см шамамен 0,62 г/л деп қарастырдық.

Әлетте, ауыл шаруашылық дақылдарын таңдап қабылдау тұзды топырақтың өсуіне сай, ондағы өнімнің төмендеуімен тұзданбаған жерлермен салыстыра отырып жүргізеді. Кесте 2-де көрсетілген топырақ ерітіндісімен топырақ тұздану дәрежесіндегі тұздардың 16,1 мСм/см-тен 28 мСм/см-ке дейін өскенде азықтық қызылша, жүгері, арпа және ясханалық қызылшадан өнім алу мүмкіндігі жоқ екендігін байқадымыз.

Өндірістік-тәжірибе мәліметтерін талдаудан байқағанымыз: қопсыту аралығының өзгеру шамасына (0,3 - 3,0м) қарай, қопсыту тереңдігі (0,6 - 1,0м), ең төменгі ылғал сыйымдылықтары ($E_{тыс} = 20-22\%$) және топырақтағы сіңірілу жылдамдықтары (0,05 - 0,072 м/сағ) - мелиоративтік терең қопсытуда, әртүрлі ылғалдылық мөлшеріне тең және қопсыту аралығы мен тереңдігіне байланысты өзгертіндігін анықтадық.

Жоғарыда көрсетілген мәліметтерді негізге ала отырып, топырақ қабаттары (0,6; 0,8; 1,0м) суға толық қанықса және қопсыту аралық-тары жақын болса, тұздың ығысуы мен тұздың қайтарылу көрсеткіші /1/ баяу жүретіндігі байқалады.

Тұздың химиялық құрамына байланысты, тұздану дәрежесіне сәйкес сор және сортанды топырақтың шамасы - топырақтағы

Семотикалық қысымды және сортаңды жерлердегі дақылдардан алынатын өнімді анықтау

Кесте 2

248

Тұщық құрамы	Тұщық дәрежелері	W _{сұйық} , %	V _{сұйық} , %	W _{сұйық} - V _{сұйық} , %	C ₁ , г/л	C ₂ , %	ЕС, мСм/см	п, ат	Жоңырма		
									Ө, %	Асқанылық қызылша О, %	Жүгері О, %
		а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
		а-2 мСм/см, в=7,3%							а-7 мСм/см, в=5,9%		а=1,8 мСм/см, в=7,4 %
Хлорлы	Әлсіз	17	2	15	7	0,105	4,34	1,56	82,9	100	81,2
	Орташа	20	2,5	17,5	10	0,175	6,2	2,23	69,3	95,3	67,4
	Күшті	21	3,5	17,5	15	0,263	9,3	3,35	46,71	86,4	44,5
	Өте күшті	23	5	18	30	0,540	18,6	6,7	26,1	31,6	0
Сульфатты-хлорлы	Әлсіз	17	2	15	6	0,09	1,72	1,34	87,4	100	86
	Орташа	20	2,5	17,5	12	0,21	7,44	2,7	60,3	97,4	58,3
	Күшті	21	3,5	17,5	26	0,455	16,1	5,8	31,4	46,3	0
	Өте күшті	23	5	18	33	0,61	21,7	7,8	23,6	13,3	0
Хлорлы-сульфатты	Әлсіз	17	2	15	5	0,075	3,1	1,12	92	100	90,4
	Орташа	20	2,5	17,5	15	0,263	9,3	3,35	46,7	86,4	44,5
	Күшті	21	3,5	17,5	30	0,525	18,6	6,7	23,4	31,6	0
	Өте күшті	23	5	18	40	0,72	24,8	9	17,6	0	0
Сульфатты	Әлсіз	17	2	15	7,2	0,108	4,46	1,6	82	100	80,3
	Орташа	20	2,5	17,5	16	0,24	9,9	3,6	42,2	82,8	40
	Күшті	21	3,5	17,5	33	0,58	20,5	7,4	20,5	20,4	0
	Өте күшті	23	5	18	45	0,81	28,0	10	15	0	0

ылғалдылық ерiтiндiсiне тiскен тiздан алынатын дақылдар енiмдiлiгiн анықтау, әсiресе, әртiрлi тiздағы ылғалдылық мөлшерiндегi осмоти-калық қысымды бiлу, қазiргi күн талабындағы негiзгi мәселенiн бiрi. Олай болса, тiзданудың шамасына қарап, қандай мөлшерде енiм алуға болатынын немес болмайтындығын бiлуге мүмкiндiк туады.

Әдебиеттер

1. Сейiтқазиев Ә.С. Суғармалы жерлердегi тiздың алмасуын реттеу. – Алматы. ЖАК-тың редакциялық баспа бөлiмi, 1999. – 140б.
2. Эколого – гидрологическое основы глубокого мелиоративного рыхления почв //под. ред. Ф.М. Зайдельмана. –М.: Моск. Ун-та. 1986. –200с.
3. Казаков В.С, Алпатова А.Н. и др. Рекомендации по глубокому объемному рыхлению почв в Андижанской области УзССР. М.: ВНИИГиМ., 1987. –22с.
4. Бреслер Э., Махнил Б.Л., Картер Д.Л. Солончаки и солонцы – Ленинград.: Гидрометеоиздат, 1987. –297с.
5. Сколенко Э.А., Зеличенко Е.Н., Кавокин А.А. и др. Теоретические основы процессов засоления и рассоления почв. –Алматы: Наука, 1981. –296с.

Тараз қ. М.Х.Дулати атындағы ТарМУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА ПОСЛЕ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ

Канд.техн.наук А.С.Сейтқазиев

На основе многолетних опытно-производственных исследований после глубокого мелиоративного рыхления определены данные влажности почвы и осмотическое давление почвенного раствора.

УДК 502.3:675.02

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Докт. техн. наук	К. Бейсеуов
Канд. физ.-мат. наук	Е. Сыргалиев
Канд. техн. наук	Ж. Керимкул
	Е. Ж. Усенбеков
	К. К. Бейсеуова

В работе рассмотрены пути решения экологических проблем кожевального производства. Выявлены наиболее оптимальные технологии кожи, позволяющие обеспечить ресурсосбережение и экологическую целесообразность производства.

Идея экоразвития, сущностью которой является подчинение потребностей и стремлений общества возможностям окружающей среды, которыми она располагает, изменила стратегию "максимализации" производства на его "оптимизацию", заключающуюся в адаптации производства к функционированию окружающей среды. Необходимость гармонического сосуществования природы и человека с его цивилизованными стремлениями и разносторонней хозяйственной деятельностью, должны допускать только такие виды антропогенного воздействия, которые не нарушают функционирование и устойчивость природных систем.

Принимая во внимание усиливающийся в последние годы процесс образования засушливых почв, вызывающий в некоторых районах катастрофическую нехватку воды, отрасли промышленности, использующиеся большое количество воды, являются особенной угрозой для окружающей среды. Ситуацию усугубляет факт спускаемой промышленностью сильно загрязненных сточных вод в натуральные водоемы.

Одним из таких водоемких отраслей, порождающий серьезные экологические проблемы, является переработка коллагенсодержащего сырья и его отходов (ежегодные объемы переработки в мире составляют около 4,8 млн. тонн). Первичное коллагенсодержащее сырье, вы-

рабатываемое из шкур животных, в качестве кожевенного сырья используется в производстве натуральной кожи. Кожевенное производство и производства по переработке вторичного коллагенсодержащего сырья (кожевенных отходов) с использованием традиционных технологий, выводит в натуральную среду воду, загрязненные химическими веществами, например хлоридом натрия, т.к. на 1 тонну шкур для консервации используется около 300 кг соли. При этом в мире в последнее десятилетие производства по переработке коллагенсодержащего сырья ежегодно потребляют 450 млн.м³ воды и столько же отводят в окружающую среду в виде сточных вод. Поэтому последствия спускаемых соленых вод этими производствами в реки и натуральные водоемы, влияющее на деградацию как биоценозов водных, так и почвенных, является одной из важнейших проблем охраны окружающей среды. Большим блоком экологических проблем являются накопление в очистительных сооружениях и отстойниках предприятий по переработке первичного и вторичного коллагенсодержащего сырья сточных вод с большим количеством экологически опасных компонентов отработанных растворов отмочно-зольных операций, пикелевания, дубления, нейтрализации, жирования материалов на основе коллагена. Образующийся после очистки сточных вод многокомпонентные твердые отходы (шлам, ил) вывозятся на свалки, усугубляя и без того сложную экологическую обстановку с твердыми отходами. Этот способ решения экологической проблемы следует признать экологически несостоятельным, так как приводит только к перемещению образовавшихся отходов из одной части биосферы в другую.

Особую угрозу для окружающей среды представляет хлорид натрия, сульфиды, хром, фенолы, твердые осадки, неиспользуемые дубленые отходы и др. Так, после процесса отмочки в растворе содержится 20-30 г/л хлорида натрия, консерванты, после зольения - 5-7 г/л сульфида натрия, после дубления отходы. После процесса отмочки в растворе содержится 20-30 г/л сульфида натрия, после дубления - 10-13 г/л гидроксида хрома. В воздух за время проведения технологических процессов выделяется на 1 тонну обрабатываемого голя: при обеззоливании - 66 г аммиака и 1 г сероводора, при пикелевании - 34 г сероводора [3,4]

При нитрозакреплении 1 млн. кв. дм. кожи выделяется 207 кг бутил-ацетата, 51 кг этилацетата и 174 кг ацетона.

Само кожевенное сырье иногда становится источником неприятных запахов. Шкура, снятая с животного после убоя, является благоприятной средой для развития разнообразных микроорганизмов, которые вызывают гнилостный процесс с доведением аммиака, различных кислот, аминов и других продуктов гидролиза.

Методика и технологические инструкции первичной обработки шкур предусматривают разнообразные способы предотвращения этих явлений, однако, применяемые в настоящее время способы консервирования вредны для окружающей среды.

Например, при консервировании кожевенного сырья мокросолением более 40% хлорида натрия (от массы перерабатываемых парных шкур) не удаляется из сточных вод и попадая в почву, образует мертвые зоны. Применяемые в процессе консервирования различные антибактериальные средства (гексафторсиликат натрия, хлор-фенолы и др.) как правило, токсичны и канцерогенны.

Современные способы зольения предусматривают использование в растворе до 10 г/л сульфида натрия и до 25 г/л гидроксида кальция, являющихся основным источником сточных вод кожевенных предприятий. Зольные жидкости содержат также значительное количество продуктов разрушения кератина и азотистых органических веществ, которые быстро загнивают с выделением аммиака. Попадая в почву, избыток аммиачного азота, в результате двухступенчатого биологического окисления, превращается в нитрат, отрицательное воздействия которого на организм и окружающую среду общеизвестны.

Общеизвестна также экологическая опасность попадания в почву соединений хрома, которые в процессе традиционного хромового дубления используется лишь на 70-80%.

Дальнейшая интенсификация и химизация производства сопровождается увеличением объема химических материалов, что естественно увеличивает их выделение в виде отходов. При этом применение разнообразных химических материалов, природа которых не до конца определена, отрицательно повлияло на состав сточных вод и создало угрозу закрытия многих кожевенно-меховых предприятий и прекращения строительства новых, вблизи населенных пунктов.

Дальнейшее развитие экологически безопасных методов обработки кожи и меха возможны путем концентрации усилий ученых отрасли в содружестве со специалистами смежных отраслей-поставщиков сырья и химических материалов и работниками природоохранных организаций.

В последние годы учеными научно-исследовательских, учебных институтов и лабораторий различных фирм и компаний проведена значительная работа по созданию безотходных и малоотходных технологических процессов, очистки сточных вод [5,6].

Наиболее значительные успехи достигнуты по следующим направлениям.

1. Совершенствование способов первичной обработки кожевенно-мехового сырья [1,2].

Современные способы первичной обработки сырья сопровождаются загрязнением сточных вод хлоридом натрия, антисептиками, накоплением неиспользуемых твердых отходов. Например: шкуры крупного рогатого скота консервируют в основном мокросолением при котором, расходуя практически 40% и более соли, обеспечивают образование насыщенного раствора, который препятствует жизнедеятельности микробов и энзимов.

Таким образом, проблему загрязнения подготовительных цехов кожевенно-мехового производства, вызванную применением большого количества хлорида натрия, необходимо решать на стадии первичной обработки шкур.

В последние годы учеными начат интенсивный поиск решения этих вопросов. Подвергаются тщательному анализу, начатые в семидесятых годах, исследования по охлаждению шкур, консервирующих на непродолжительный период, а также по переработке парных шкур. Ряд работ посвящен электроконтактной обработке постоянным током, применению ионизирующего облучения, частичной или полной замене хлорида натрия на различные консервирующие средства, обладающие антибактериальными свойствами, такие как гидроксиламил, борная кислота, удобрения на основе фосфатов [3,4].

Совершенствование классического способа консервирования мокросолением происходит в направлении механизации и автоматизации процесса, контроля качества и расхода материалов, улучшения условий труда, автоматической дозировки хлорида натрия и его рационального использования.

Следует отметить, что при первичной обработке не выполняется одно из важных требований к кожевенному сырью - необходимость поставки ее промездренной, где более чем 10% уменьшается полезная масса парных шкур, соответственно уменьшается расход хлорида натрия и других химических материалов, используемых в отмочно-зольных цехах, и, следовательно содержание их в сточных водах. Все это указывает на возможность только за счет совершенствования первичной обработки существенно улучшить экологическую обстановку на кожевенно-меховых предприятиях.

2. Уменьшение рабочих концентраций вредных веществ и компенсации их воздействия путем замены воздействия менее вредными реагентами и изменением параметров технологической обработки [5,6].

В мировых научных центрах проводятся интенсивные научные работы с целью уменьшения количества стоков по всем жидкостным процессам кожевенно-мехового производства и снижения содержания в них вредных веществ, путем применения различного рода вспомогательных веществ, увеличения механического воздействия и повышения температуры и других условий.

Интенсификация отмочно-зольных процессов и соответственно уменьшение загрязненности сточных вод достигнута за счет снижения жидкостного коэффициента, повышения температуры раствора, карбоната натрия, а также применения обострителей, поверхностно активных веществ (ПАВ), ферментов.

Известны способы обезволашивания и зольения шкур с помощью гидроксида натрия и диметиламина, окислительных препаратов пероксидно-щелочного состава и др.

Однако, благодаря доступности, низкой стоимости и эффективности воздействия гидроксид кальция применяется повсеместно, вместе с тем требования экологии заставляют искать пути уменьшения его расхода. Поэтому, главным направлением усилий ученых является совершенствование параметров отмочно-зольных процессов с целью уменьшения их вредного действия на окружающую среду при сохранении или улучшении качества готовых кож.

В преддубильных и дубильных процессах кожевенно-мехового производства особую экологическую опасность представляют соединения хрома. Для снижения содержания соединений хрома в сточных водах предложены различные методы регулирования технологических параметров дубления (продолжительность, температура, ЖК, рН) и использование эффективных химических материалов, обеспечивающих высокую степень выбирания солей хрома из раствора [1,3].

Проведено большое количество научных исследований по применению в процессе хромового дубления маскирующих соединений аддендов, стабилизирующих дубящую частицу хрома (соли органических кислот, полифосфаты, цеолит, вазин, бепикор, аминосмолы, силикаты мочевины, оксид магния и др.) с одновременным регулированием параметров дубления. Достигнуты значительные успехи в снижении содержания оксида хрома в сточных водах с одновременным повышением качества кожи и интенсификации процесса. Возможности совершенствования параметров хромового дубления не исчерпываются кратко описанными выше химическими способами, имеют значение также значимые факторы, как механическое воздействие, улучшение степени гомогенизации и распределения химических реагентов в растворе и структуре коллагена, совершенствование аппаратуры, система автоматической дозировки и контроля процесса и др.

Одним из альтернативных путей решения экологической проблемы, связанной с соединениями хрома, является частичная или полная замена их другими видами минерального дубления. Применение солей алюминия, титана и циркония при хромовом дублении позволяет достичь значительного уменьшения содержания хрома в отработанных растворах.

Дальнейшие работы в данном направлении были проведены по пути применения маскирующих реагентов в двух или трех компонентном минеральном дублении как с использованием хрома, так и с полной его заменой [1,4].

В кожевенно-меховой промышленности используются различные по химическому строению и свойствам красители, главным образом соли ароматических оснований с минеральными и органическими кислотами, натриевые соли сульфокислот, сульфокислоты diaзосоединений индигоидные и антрохиноновые красители, дисперсные и активные и др. Сами по себе красители и продукты их диссоциации являются весьма нежелательными компонентами сточных вод, так как некоторые

из них, например на основе метил- и этилгликолей, токсичны или канцерогены. Чтобы избежать загрязнения окружающей среды, необходимо создать условия для необратимого связывания красителя с белком.

Если проанализировать действующие методики производства кож для верха обуви, можно наблюдать наличие вариантов крашения одним и тем же составом красителей и в случае предшествующей обработки полуфабриката синтетическими дубителями, и при последующем додубливании ими, а также при додубливании хромовым дубителем, наполнении различными материалами, жировании.

Вместе с тем, изменение свойств полуфабрикатов при таких обработках существенно меняет степень сродства его к тому или иному виду красителя. В случае несоответствия свойств красителя и полуфабриката, падает прочность фиксации, увеличивается содержание красителя в отработанном растворе и при последующей промывке - в промывной воде.

Научные исследования в области крашения кожи и меха проводятся в направлении синтеза новых классов красителей и условия их применения в зависимости от свойств окрашиваемого полуфабриката, и соответственно техники проведения процесса с обеспечением полного истощения красильного раствора и исключение попадания в сточные воды красителей при последующих промывках.

3. Рекуперация, многократное использование рабочих растворов и создание экологически чистых систем обработки кожи и меха [1,2]. Современная технология жидкостных обработок предусматривает рекуперацию и многократное использование отработанных отмочнорольных, дубильных растворов, и что эффективно с точки зрения охраны окружающей среды. Вместе с тем это требует сооружения специальных емкостей для сбора и хранения отработанных растворов, коммуникации и насосов для повторного закачивания в аппараты, а также устройств для удаления твердого тонкодисперсного осадка. Помимо этого каждый процесс рециркуляции требует множества сопроводительных анализов и точного соблюдения стехиометрических соотношений.

Литературы

1. Бейсеуов К.Б. Новое в минеральном дублении кож: М.: Легпромбытиздат, 1993 - 128 с.
2. Журавский В.А. Малоотходная технология кожевенного производства. -М.: Легпромбытиздат, 1993 - 128 с.
3. Павлова М.С. Экологический аспект химической технологии кожи, М.: МГАЛП, 1997 - 191 с.
4. Химия и технология кожи и меха / И.П.Страхов и др. -М.: Легпромбытиздат, 1985. - 496 с.

5. Сахы М.С. Научные основы малоотходных технологий получения и применения экологически безвредных полиядерных комплексных соединений. Докт.диссертация, Тараз, 1999. -318 с.
6. Tauning processes and their Environmental, UNIDO, 1991, N4, pp.15-27

Таразский Государственный университет им.М.Х.Дулати
Южно-Казахстанский Государственный университет им.М.Ауезова

БЫЛҒАРЫ ӨНДІРІСІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУДЫҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ

Техн.ғыл.докт.	Қ.Бейсеуов
Физ-мат.ғыл.канд.	Е.Сырғалиев
Техн.ғыл.канд.	Ж.Керімқұл
	Е.Ж.Усенбеков
	К.К.Бейсеуова

Бұл жұмыста былғары өндірісінің экологиялық мәселелерінің шешу жолдары қарастырылған. Өндірістің қорларын сақтандыруға және экологиялық мақсаттарына сәйкес келтірілетін ең қолайлы былғары өңдеу технологиялары табылған.

УДК 66.047

**ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
И КОНЦЕНТРАЦИИ АДсорбТИВА НА МОДЕЛИ
ПЛОСКОГО ЗЕРНА АДсорбЕНТОВ**

Канд.техн.наук Е.К.Акынбеков
Докт.техн.наук М.К.Куатбеков

В статье изложена методика измерения полей температуры и концентрации адсорбтива на модели плоского зерна адсорбентов. Приведены результаты исследования кинетики десорбции паров органических веществ и влаги из адсорбентов. Предложенная методика может являться основой для построения теории внутреннего тепло- и массопереноса при термической десорбции.

Проведены исследования кинетики процесса десорбции паров органических веществ и влаги из пористых сорбентов на увеличенной плоской модели зерна цилиндрической формы, состоящей из нескольких (до шести) собранных вместе таблеток диаметром 20 мм и общей длиной 21-23 мм.

Таблетки прессовались из мелкодисперсных порошков сорбентов NaX, СаА и А-1 (1-2 мкм), полученных путем дробления гранул промышленных сорбентов в шаровой мельнице в течение 48 час. с периодической подсушкой измельчаемого материала. Навески $1,4 \pm 0,01$ г с начальной влажностью 3-5% прессовались при удельном давлении 3500 кг/см^2 . Отклонение толщины таблеток по диаметру не превышало 0,05 мм (при средней толщине 3,70 мм). Хромель-копелевые термопары диаметром 0,15-0,2 мм (диаметр горячего спая ~0,5 мм) размещались между таблетками в специальных канавках. Перед насыщением таблетки просушивались до постоянного веса в вакуум-сушильном шкафу в течение 4 час. при температуре 215-220°C.

Предварительное насыщение таблеток парами бензола, воды или этилового спирта производилось путем адсорбции паров адсорбтива в эксикаторах при комнатной температуре в течение 48-50 час. В таблице приводятся значения величины адсорбции ($a_{нас}$) при насыщении до по-

стоянного веса, а также величины предельной адсорбции ($a_{\text{пр}}$) при непосредственном контакте сорбента с жидким сорбтивом.

Таблица

Значение величин адсорбции, полученных в атмосфере паров сорбтивов ($a_{\text{нас}}$) и при непосредственном соприкосновении с жидкой фазой ($a_{\text{ж}}$)

Сорб- тивы	NaX		CaA		A-1	
	$a_{\text{пр}}$ z/2	$a_{\text{нас}}$ z/2	$a_{\text{нас}}$ z/2	$a_{\text{ж}}$ z/2	$a_{\text{пр}}$ z/2	$a_{\text{нас}}$ z/2
Бен- зол	0,37-0,36	0,215-0,225	0,075-0,08	0,21-0,225	0,42 0,43	0,38-0,40
Вода	0,46-0,47	0,255-0,265	0,193-0,21	0,36-0,365	0,48 0,49	0,37- 0,395
Эта- нол	0,40-0,39	0,21-0,23	0,18-0,195	0,29-0,30	0,39 0,41	0,35-0,38

Сборка таблеток во втулку осуществлялась в атмосфере, насыщенной парами сорбтивов, в течение 1-5 мин.

Втулка, в которую собирается набор таблеток, имеет толщину 0,75 мм, длину 30 мм и изготавливается из фторопласта -4.

Для вывода термодар по длине втулки предусмотрена щель (ширина - 3 мм, длина 22-24 мм), в которую закладывалась уплотняющая и одновременно изолирующая прокладка из силиконовой резины, после чего втулка туго обматывалась снаружи фторопластовой лентой толщиной 20 мкм. Сверху дополнительно располагалась лента из стеклоткани. Собранный таким образом набор открытым торцом помещался в десорбционную камеру: поверхность, не учитывающая в тепло- и массопереносе, дополнительно теплоизолировалась асбестовым пухом.

Открытый торец набора обдувался десорбирующим агентом (воздухом).

Температуры по длине зерна непрерывно регистрировались потенциометрами [1].

После десорбции набор разбирался в течение 1 минуты и таблетки анализировались на концентрацию адсорбтива путем взвешивания на аналитических весах.

На рисунке 1 представлено распределение концентрации адсорбтива и температуры по глубине зерна адсорбента (получено при граничных условиях третьего рода).

Десорбция изучалась также и при граничных условиях 1 рода. Набор, представленный на рисунке 2, приводился в контакт с горячей поверхностью, имеющей постоянную температуру. Экспериментально полученные данные представлены на рисунке 3.

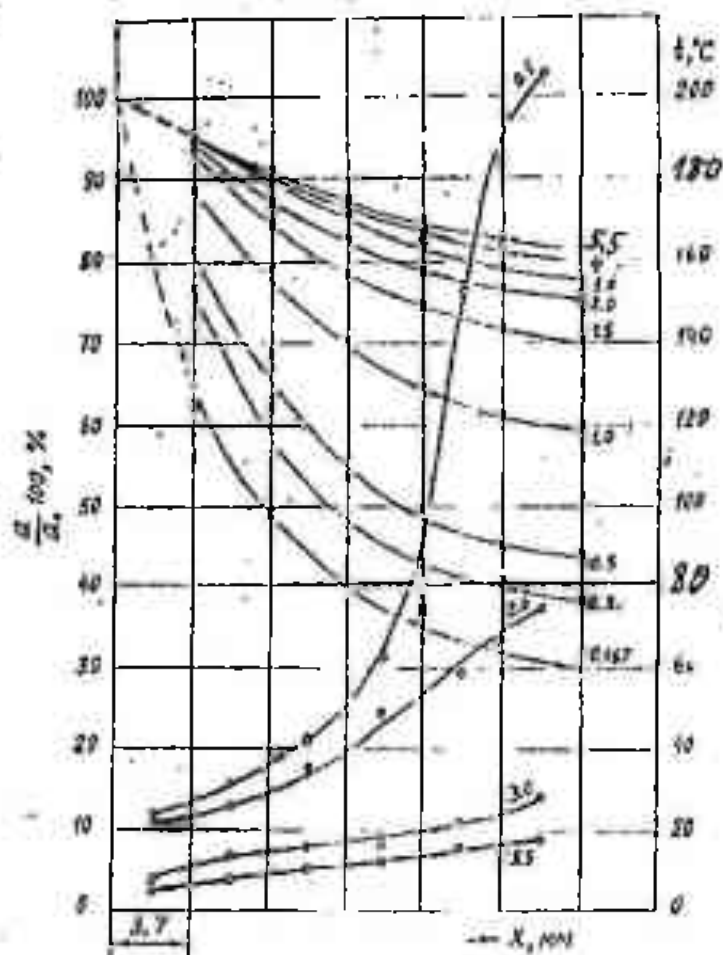


Рис. 1. Распределение концентрации адсорбтива и температуры по глубине зерна адсорбента (граничные условия III рода).
 Условные обозначения: a - поле концентрации; x - поле температуры.
 Система: активная окись алюминия А-1 - этиловый спирт; $t_0 = -208^\circ\text{C}$;
 $w = 9.2$ м/с. Цифры на кривых соответствуют времени десорбции в часах;
 $a_s = 39.5\%$

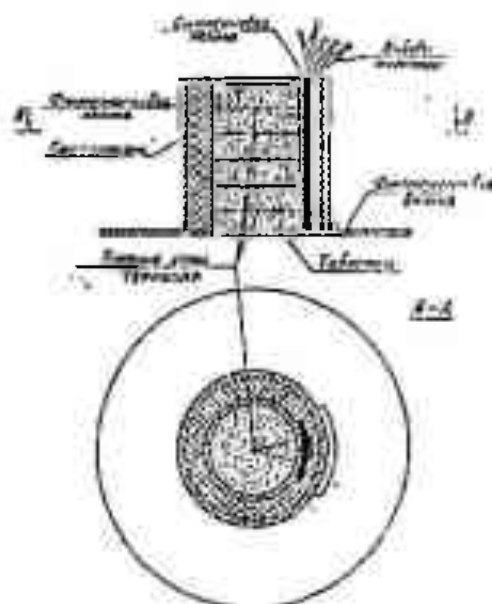


Рис. 2. Собранные во фторопластовую втулку таблетки

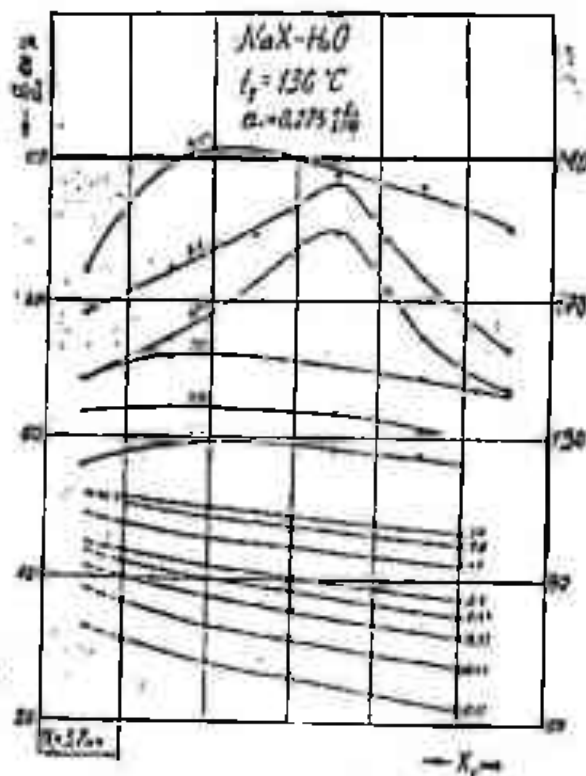


Рис 3. Распределение концентрации адсорбтива и температуры по глубине зерна адсорбента (граничные условия I рода).
 Условные обозначения: о - поле концентрации; х - поле температуры.
 Система: циолит NaX - вода; $t_d = 136^\circ\text{C}$. Цифры на кривых соответствуют времени десорбции в часах; $a_0 = 0,275 \text{ г. вл./г. сух.}$

Качество теплоизоляции образца можно оценить по величине максимальных потерь тепла при достижении стационарного теплового режима (5-6 час.). Так, при температуре воздуха 210°C стационарная разность на концах набора составляла приблизительно 25 град.

Опыты проводились при времени десорбции 0,5; 0,75; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,5 и 7,5 час. Воспроизводимость результатов вполне удовлетворительная.

Такая методика позволила измерить нестационарные поля температур и концентрации сорбированного вещества по глубине зерна, что может явиться основой для построения теории внутреннего тепло- и массопереноса при термической десорбции.

Литература

1. Акынбеков Е.К., Куатбеков М.К. Исследование механизма внутреннего тепло- и массопереноса в капиллярно-пористых телах. - Алматы: 2000. - 104 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати
 Алматинский институт энергетики и связи

АДСОРБЕНТТЕРДІҢ ЖАЛПАҚ ҮЛГІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЫЛҒАЛ ӨРІСІН ӨЛШЕУ

Техн.ғыл.канд. Е.Қ.Ақынбеков
Техн.ғыл.докт. М.Қ.Қуатбеков

Адсорбенттердің жалпақ үлгісіне негізделген температура мен ылғал өрісін зерттеу тәсілі қарастырылған. Термиялық десорбцияның кинетикасын зерттеу нәтижелері келтірілген. Ұсынылған тәсіл дененің ішінде өтетін жылу және масса тасымалдау теориясының негізін қалауға қажет.

УДК 338.45.22:502.36.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ,
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГЭС
И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**Докт. техн. наук Д. А. Кариев
Б. Б. Аманбаев

Приведен анализ современного состояния ГЭС Казахстана, предложены пути повышения их эффективности и экологической безопасности на основе модернизации и реконструкции. Дана классификация направлений наращивания мощностей ГЭС. Рассмотрены вопросы энергоресурсосбережения.

Роль гидроэлектростанций в энергосистеме весьма существенна, по существу они являются единственным оперативным резервом ПЛУ. Возможность ГЭС работать в режимах переменных нагрузок, позволяет использовать их в оперативном управлении энергосистемами всех уровней. Крупные ГЭС включены в комплексы противоаварийной автоматики и системы регулирования частоты и мощности. Повышение экономичности работы энергосистем заключается в низкой себестоимости вырабатываемой на ГЭС электроэнергии, а также в снижении удельных расходов топлива на тепловых электростанциях (ТЭС), которые при наличии ГЭС и ГАЭС работают с постоянными нагрузками, покрывая базис нагрузки энергосистемы, из-за ограниченных маневренных возможностей.

Для энергетики Казахстана одной из важнейших проблем, как известно, является покрытие пиковых нагрузок, повышение надежности и живучести энергосистем. Все энергосистемы республики за исключением Восточного и Юго-Восточного Казахстана развиваются главным образом за счет ТЭС. Основным источником пиковой мощности для ОЭС Северного Казахстана в ближайшей перспективе могут быть ГЭС на реке Иртыш, а также при завершении строительства ЛЭП Север-Юг (до 2001 г.) – гидроэлектростанции Юго-Восточной зоны Казахстана. Но, как показала анализ современного состояния действующих ГЭС Казахстана, практически все они эксплуатируются ниже своих возможностей из-за

физического и морального старения основного оборудования, неэффективного использования водных ресурсов и ужесточения экологических требований, запрещающих резкие колебания уровней в нижнем бьефе. Поэтому назрела необходимость проведения в кратчайшие сроки мероприятий по восстановлению, реконструкции и модернизации действующих ГЭС для достижения проектных мощностей и выработки электроэнергии, обеспечения экологической безопасности и надежности. Особое внимание необходимо уделить ГЭС, на которых можно провести реконструкцию с расширением и установкой дополнительных агрегатов. В трудах академика Ш.Ч.Чокина, ученых КазНИИЭ и Алматыгидропроекта имеются некоторые рекомендации по расширению и увеличению мощностей ГЭС Иртышского каскада, Капчагайской ГЭС и др., которые приводятся ниже:

- Бухтарминская ГЭС с установленной мощностью 675 МВт и годовой выработкой электроэнергии 2,2 млрд. кВт.ч, построена и принята в эксплуатацию в 1966 году. Плотина ее высотой 80 м в верхнем бьефе имеет огромное водохранилище с полной емкостью 47,7, полезной – 31 млрд. м³, одно из крупнейших в стране оно обеспечивает многолетнее регулирование стока реки Иртыш. Это позволяет использовать ее для покрытия остропиковых нагрузок графика нагрузки ОЭС Северного Казахстана, для этого рекомендуется увеличить ее установленную мощность почти в 2 раза, т.е. провести реконструкцию с расширением;
- Усть-Каменогорская ГЭС (следующая ступень каскада) с установленной мощностью 332 МВт и годовой выработкой электроэнергии 1,45 млрд. кВт.ч. имеет водохранилище с полной емкостью 0,65 и полезной емкостью – 0,07 млрд. м³, обеспечивающее суточное регулирование стока. Сдана в эксплуатацию в 1953 г. Режим ее работы зависит от режима работы Бухтарминской ГЭС, в связи с этим также необходимо увеличить ее установленную мощность;
- Шульбинская ГЭС, самая мощная в каскаде, представляет третью ступень. Проектная мощность 1350 МВт, выработка – 2,89 млрд. кВт.ч в год. Водоохранилище ГЭС полной емкостью 10,2, полезной – 7,4 млрд. м³, должно было обеспечивать многолетнее регулирование стока реки Иртыш, что позволило бы использовать ее в остропиковой зоне ГНЭС. Из-за отказа строительства Семипалатинской ГЭС, в связи с ужесточением экологических требований, ее установленная мощность была снижена до 702 МВт. В настоящее время работает в режиме ограничения по мощности. Разрыв между установленной и фактической мощностью составляет более 50 %. Решение данной проблемы возможно с помощью строительства ниже ШГЭС гидроузла-контррегулятора, предложенный институтом "Алматыгидропроект" [4];
- Ульбинская ГЭС с установленной мощностью 27,6 МВт. была сдана в эксплуатацию в 1940 году, в настоящее время фактическая выра-

бюджет электроэнергии составляет ниже 50 %, требуется реконструкция с расширением и увеличением установленной мощности примерно в 2 раза:

- Верхне-Хариузовская ГЭС на р. Ульбе мощностью 5,6 МВт. сдана в эксплуатацию в 1927 г. Воду она дополнительно получает из р. Громотуха, подпитываемой Малоульбинским водохранилищем, обеспечивающим сезонно-годовое регулирование стока реки Малая Ульба. В настоящее время, из-за полного износа основного оборудования, выведена из эксплуатации, требуется полное восстановление;
- Тишинская ГЭС на реке Ульба мощностью 6,2 МВт, построена в 1949 году, работает также на части стока реки Громотуха. Требуется полная реконструкция сооружений и оборудования. В схемах, в рабочих параметрах и режимах работы Ульбинской, Тишинской и Верхне-Хариузовской ГЭС важное место занимает Малоульбинское и Тишинское водохранилища с полными емкостями соответственно 85 и 6,5 млн. м³. Первое обеспечивает сезонно-годовое регулирование стока реки Малая Ульба, второе – суточное и устойчивый забор воды в Ульбинскую ГЭС. Река Громотуха – одна из самых энергонасыщенных рек Восточного Казахстана и здесь, согласно проработкам Гидропроекта, возможно строительство двух ГЭС мощностью соответственно 150 и 60 МВт;
- Капчагайская ГЭС на реке Или с установленной мощностью 364 МВт, среднегодовой выработкой электроэнергии – 1,2 млрд. кВт.ч. Сдана в эксплуатацию в 1971 г. Имеется водохранилище многолетнего регулирования полной емкостью 28,14 млрд. м³. Может работать в остропиковой зоне ГНЭС, что очень важно для повышения ее энергоэкономических показателей. Из-за неэффективного использования водных ресурсов, фактическая мощность составляет – 182 МВт. Необходимо повышение ее эффективности модернизацией отдельных узлов основного оборудования и улучшение использования водных ресурсов на ГЭС. Например, реальным объектом гидростроительства на период до 2010 года является Кербулакская ГЭС (50 МВт) на реке Или, используемая как контр-регулятор Капчагайской ГЭС. Это позволит уменьшить разрыв между установленной и располагаемой мощностью (соответственно 364 и 182 МВт). При работе совместно с контр-регулятором общая используемая мощность составит около 350 МВт, выработка электроэнергии – 1,24 млрд. кВт.ч. Регулировочный диапазон Капчагайской ГЭС увеличится на 112 МВт [1.4];
- Шардаринская ГЭС на реке Сырдарья с установленной мощностью 100 МВт, сдана в эксплуатацию в 1966 году и появилась в связи с развитием мелиорации на Юге республики. Увеличение установленной мощности и выработки электроэнергии может быть достигнуто за счет реконструкции с заменой оборудования на новое, более эффективное и надежное и снижения холостых сбросов, появившихся

с увеличением санитарных попусков в низовья Сырдарьи в рамках решения проблем Аральского моря;

- Каскад Алматинских ГЭС, суммарной мощностью 61 МВт, введен в эксплуатацию в 1943 – 63 г.г. Требуется реконструкция с заменой оборудования и модернизации систем управления. Возможно увеличение мощности в 2 раза и более. Можно использовать в пиковой части ГН ОЭС региона.

Таким образом, фактическая мощность ГЭС Казахстана, которые могут быть использованы как оперативный резерв НЭС Казахстана, на сегодняшний день составляет около 1640 МВт (а по проектным значениям установленных мощностей каждой ГЭС – 2270 МВт), что составляет 9 % установленной мощности всех электростанций страны, 13,6 % от максимальной нагрузки энергосистемы в настоящее время и 10 % в 2010 году. Выработка электроэнергии на ГЭС в 1995 году составила 8,32 млрд. кВт.ч или 13,2 % от электроэнергии, произведенной всеми электростанциями страны, что свидетельствует об интенсивной эксплуатации ГЭС в последнее время.

В современных условиях надежное и эффективное снабжение электроэнергией возможно лишь при наличии в энергосистеме определенного резерва мощности, компенсирующего случайные события, приводящие к дефициту мощности. В целом суммарная резервная мощность энергосистемы должна быть в пределах 8 – 15 % от годового максимума нагрузки энергосистемы.

По данным К.Дукенбаева [1], для Национальной энергетической системы (НЭС) Казахстана, при условии энергетической независимости, величина резерва мощностей в настоящее время должна составлять около 1809 МВт, а в перспективе (до 2010 г.) - около 2423 МВт. Для региональных ОЭС эти данные должны выглядеть следующим образом: для ОЭС Северной зоны – 1214 и 1526 МВт; для Южной зоны – 412,5 и 617 МВт; для Западной зоны – 183 и 280 МВт.

Оперативный резерв НЭС должен составить около 8 – 15 % от максимальной нагрузки, т.е. около 965 – 1809 МВт в настоящее время и 1292 – 2423 МВт в будущем. Установленная мощность всех ГЭС Казахстана (по проектным данным) составляет 2270 МВт, большая часть которых используется для покрытия пиковых нагрузок и в комплексах противоаварийной автоматики и системах АРЧМ. В связи с этим для обеспечения надежного и высокоэффективного энергоснабжения важнейшей проблемой становится наращивание мощностей высокоманевренных энергоустановок, к которым относятся ГЭС – ГАЭС, газотурбинные (ГТЭС) и парогазовые (ПГЭС) электростанции. ГТЭС и ПГЭС обладают достаточно высокой маневренностью и могут в течение суток несколько раз включаться и останавливаться. Главным их недостатком является потребление дефицитного топлива и большой удельный расход топлива – 0,45-0,5 кг/кВт.ч, тогда как средний удельный расход топлива на ТЭС составляет 0,326 кг/кВт.ч.

При исключительной роли ГЭС в покрытии графиков нагрузки энергосистем их вывод из эксплуатации потребует срочного создания новых пиковых мощностей, в основном газотурбинных электростанций. Для их работы потребуется ежегодно огромное количество газа, который выделить из добываемого не представляется возможным. Увеличение же добычи газа потребует дополнительных инвестиций в эту отрасль. Создание, взамен выбывающих мощностей ГЭС, тепловых будет способствовать дополнительному загрязнению воздушного бассейна вредными выбросами и увеличению использования и загрязнения водных ресурсов, в основном, в дефицитных по воде районах. Кроме того, это будет способствовать ускорению глобального потепления климата.

По прогнозам специалистов потребление электроэнергии в Казахстане к 2010 году достигнет уровня 1990 года (до распада СССР), т.е. 105 млрд. кВт.ч и к этому времени из-за достижения предельного срока службы из работы могут быть выведены свыше 100 агрегатов, генерирующих мощности, если своевременно не будут проведены мероприятия по модернизации и реконструкции действующих энергоустановок. Суммарная мощность этих агрегатов составляет 9,5 млн. кВт при установленной мощности всех электростанций Казахстана – 17,93 млн. кВт. Поэтому, принимая во внимание экономическое положение Казахстана и финансовое состояние энергетической отрасли, приоритетными направлениями наращивания мощностей должны стать:

- модернизация, реконструкция и восстановление действующих энергоустановок;
- завершение объектов высокой степени готовности;
- государственная политика энергосбережения во всех уровнях народного хозяйства;
- максимальное вовлечение в энергетический баланс гидравлических и нетрадиционных энергоустановок, не использующих органическое топливо.

Необходимость наращивания мощностей на ГЭС не вызывает сомнений из-за их экономической эффективности, экологической безопасности и высокой маневренности. На основе анализа гидроэнергетического потенциала, состояния ГЭУ и их функций в энергосистеме, целесообразно выделить основные направления наращивания мощностей на ГЭС, осуществляемые с целью обеспечения эффективности, высокой надежности и живучести ЭЭС, экологической безопасности энергокомплексов, а также экономии и рационального использования природных энергетических ресурсов и представить их в виде классификации, приведенной на рисунке. Классификация составлена с учетом реалий настоящего времени и облегчит выбор дальнейшего развития отрасли "Гидроэлектроэнергетика", занимающей особое положение в ЭЭС всех уровней и активизирует работы по наращиванию мощностей ГЭС с учетом экологических требований.

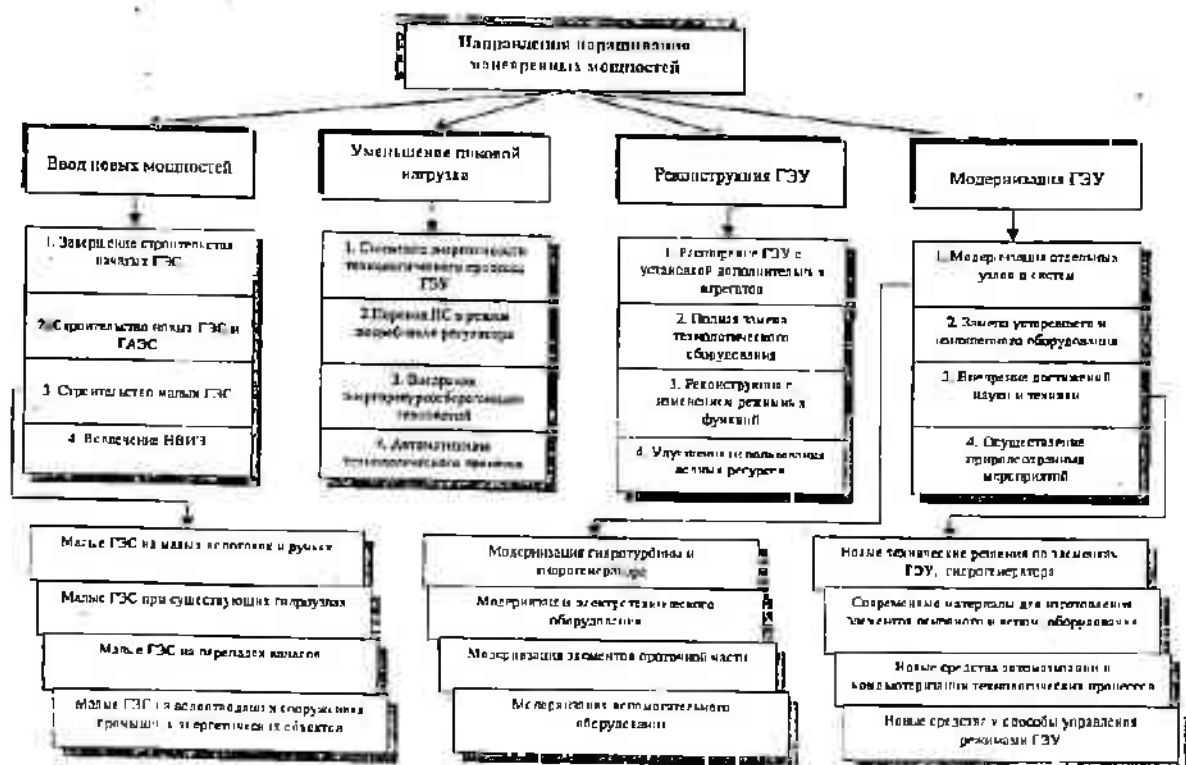


Рис. Классификация основных направлений наращивания мощностей ГЭУ

Одним из важных направлений наращивания энергетических мощностей и обеспечения энергопотребления в современных условиях является интенсивное энергосбережение, которое реально позволит снизить темпы роста потребностей в электрической и тепловой энергии, уменьшить объемы ввода новых энерго мощностей, а также снизить нагрузку на инвестиционный баланс страны и топливдобычу. Как показано в [1], расход первичных энергоресурсов в расчете на единицу ВВП в Казахстане примерно в 1,5-2 раза больше, чем в США и вдвое выше по сравнению с передовыми Западноевропейскими странами, активно проводящими государственную энергосберегающую политику, осуществляющими финансовую поддержку энергосбережения и законодательное регулирование в сфере энергетики и энергопотребления. Энергоемкость Казахстанской промышленной продукции в 2-5, а сельскохозяйственной – в 1,5-3 раза превышает среднемировую уровень, т.е. имеются возможности ее снижения [1].

Крупные насосные станции, работающие в режиме потребителя – регулятора, могут быть использованы для регулирования нагрузки энергосистемы и как синхронные компенсаторы. При таком режиме работы во время прохождения максимумов нагрузки часть агрегатов или вся НС останавливается, а в часы ночных и дневных провалов графика нагрузки энергосистемы (ГНЭС), включаются в работу, давая повышенный расход воды. Особенно выгоден такой режим в осенне-зимний период, когда сокращается количество перебрасываемого стока и воды, подаваемой для орошения, и облегчается прохождение ночного минимума ГНЭС за счет увеличения потребления электроэнергии. Это сокращает необходимость остановки и глубокой разгрузки агрегатов ТЭС и приводит к экономии топлива и издержек на их ремонт. Конечно, неравномерная в течении суток работа НС может привести к их удорожанию вследствие увеличения установленной мощности, создания гидроаккумулирующих емкостей, увеличения пропускной способности водопроводящего тракта и т.п. Но эти затраты будут компенсированы снижением тарифной ставки за электроэнергию, используемую в часы провалов ГНЭС.

Канал Иртыш-Караганда обеспечивает подачу воды в промышленные районы Караганды и Темиртау, на Экибастузский ТЭК и на орошаемые земли Центрального Казахстана. По трассе канала имеется 14 водохранилищ сезонно-годового и многолетнего регулирования стока, крупнейшие из них Туздинское, Самаркандское и Экибастузское расположены в промышленных районах и могут использоваться как регулирующие емкости при переводе НС каскада в режим потребителя-регулятора. Увязка графика водоподдачи и графика нагрузки энергосистемы региона повысит эффективность как НС, так и энергосистемы. Кроме того, уменьшение забора воды из водохранилища на орошение, водоснабжение в часы прохождения максимума нагрузки в совокупности с энергосбережением на насосных станциях способствует увеличе-

ники пиковой мощности ГЭС, работающей в одной энергосистеме. Перевод НС, работающих в осенне-зимний период или в течение всего года в режиме потребителя-регулятора дает существенную экономию затрат по ЭЭС. При этом удельная экономия затрат, при отключениях НС от сети только в период максимальной нагрузки ЭЭС на 3-6 часов в сутки, изменяется в зависимости от времени отключения и условий развития энергосистемы в пределах 6,1- 63,2 руб/кВт в год (в ценах 1984 г.) [3].

Исследования, проведенные учеными КазНИИЭ, также показали высокую эффективность перевода промышленных предприятий Казахстана в режимы потребителей-регуляторов [5].

По данным К.Дукенбаева [1], потери в сетях Казахстана составляют 13 % (9,19 млрд. кВт.ч) в год, в России – 9 % (80,6 млрд. кВт.ч). Причиной потерь является дальность передачи электроэнергии, увеличение числа трансформаций, межсистемные перетоки, устаревшие электросетевые коммуникации всех уровней, а также недостаток средств компенсации реактивной мощности. Поэтому в числе прочих мероприятий необходимо увеличение средств компенсации реактивной мощности: перевод генераторов в режим синхронного компенсатора (СК). В связи с этим синхронные двигатели НС Иртышского каскада могут быть приспособлены для работы в режиме СК. Тогда они будут выдавать в энергосистему реактивную мощность и тем самым повышать $\cos \varphi$ и регулировать напряжение в системе.

В настоящее время большинство крупных НС находятся в эксплуатации более 25-30 лет и требуют проведения технического перевооружения и реконструкции, модернизации отдельных элементов и узлов с целью повышения их эффективности и надежной работы. Применение современного оборудования, новых технических решений по конструктивным элементам и способам регулирования, позволит увеличить единичную мощность насосных агрегатов, уменьшая их общее число на насосных станциях, а также уменьшить потребление электроэнергии и непроизводительные потери водных ресурсов.

На основе сказанного выше, можно предположить, что прирост мощности на крупных ГЭС Казахстана, после их модернизации и реконструкции, составит от 50 до 100 % (по сравнению с положением в настоящее время), т.е. суммарная мощность ГЭС будет в пределах от 3260 до 4350 МВт, с учетом каскада Алматинских ГЭС (120 МВт после реконструкции) и Ульбинских ГЭС (около 80 МВт), общая мощность ГЭС Казахстана может достигнуть величины 3460 – 4550 МВт, что составляет 22 – 28 % максимума нагрузки энергосистемы Казахстана в 2010 году. Кроме того, большое количество малых ГЭС (21 – действующих и около 60 – законсервированных и списанных) после реконструкции и модернизации могут быть вовлечены в топливно-энергетический баланс республики. Экономия топливных ресурсов составит от 45 до 65 млн. т. у.т в год, без учета экономии на его добыче и

транспортировке. предотвращенного экологического ущерба и социального эффекта.

Литература

1. К. Дукенбаев. Энергетика Казахстана. Движение к рынку. – Алматы, 1998.
2. Чокин Ш.Ч., Сартаев Т.С., Шкрет А.Ф. Энергетика и электрификация Казахстана. – Алматы:Гылым, 1990.
3. Виссарионов В.И., Шарыгин В.С., Фомин А.В. Влияние условий развития энергосистем на эффективность работы НС в режиме потребителя-регулятора / Сб. тр. МЭИ, 1986, № 96. -М.: МЭИ,-С.65-73
4. Вильковский И.Я. Опыт и перспективы работы Алматыгидропроекта по развитию гидроэнергетики Казахстана // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана, 1993, № 1, -С.27-33.
5. Ерекеев О.К., Катышев С.И., Недельчик Э.А., Эпиктетова А.М. Эффективность управления режимами электропотребления для повышения экономичности и надежности электроснабжения в ЭЭС / Сб. науч.тр. «Надежность и устойчивость энергосистем и крупные гидроэнергетические установки». – А-Ата, 1990.

Таразский государственный университет им.М.Х,Дулати

ГЭСтердің ҮНЕМДІЛІГІМЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН КӨТЕРУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ҚОРЛАРЫН САҚТАУ

Техн.ғыл.докт. Д.Ә.Қариев
Б.Б.Аманбаев

Қазақстан ГЭСтерінің қазіргі жағдайлары қарастырылып олардың үнемділігін және экологиялық қауіпсіздігін көтеру жолдары модернизация және қайта құру негізінде көрсетілген. ГЭС қуаттары жоғарылату жолдарының классификациясы келтірілген. Энергия қорларын үнемдеу мәселесі қарастырылған.

УДК 532.546:52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ В ГИДРОТЕХНИКЕ

Канд. физ.-мат. наук М.Г. Габбасов
Канд. техн. наук О.К. Карлыханов
 Т.Ч. Тажиева
 Д.Г. Конюшихин

Приводятся результаты теоретических исследований процессов фильтрации воды через однородную фильтрующую дамбу. Установлены теоретические зависимости расхода нелинейной фильтрации и коэффициентов фильтрации.

Многие практические задачи фильтрации успешно решаются в рамках модели, основанной на законе Дарси [1, 2]. Но в практике известно, что закон Дарси справедлив в ограниченном интервале изменения градиента напора (или скорости фильтрации).

Здесь рассматривается модель фильтрации в теле фильтрующей дамбы, основанная на законе Дюпюи - Форхгеймера, который записывается как:

$$-\text{grad } H = \alpha \bar{V} + \beta V \bar{V}, \quad (1)$$

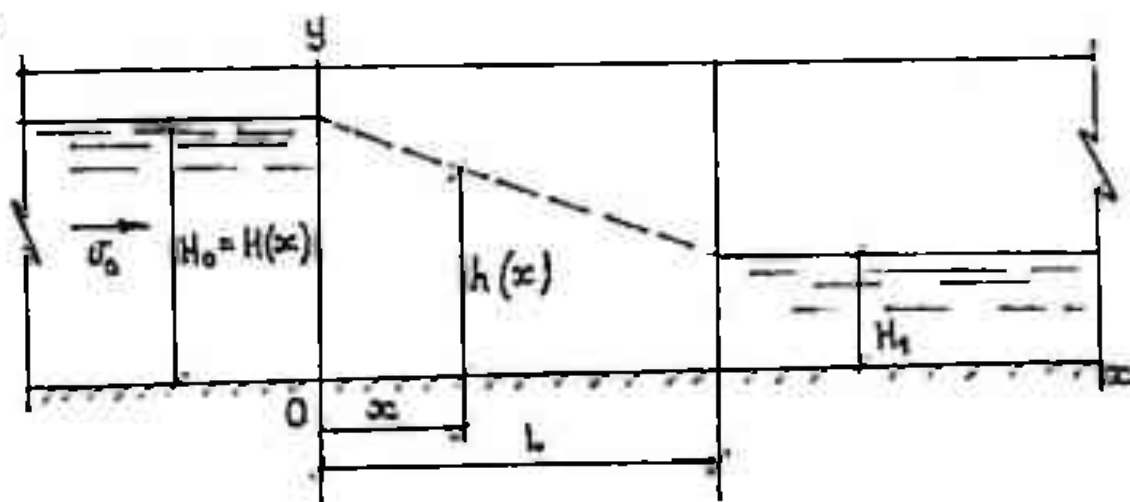
где: V - скорость фильтрации, H - гидростатический напор, $\text{grad } H$ - градиент H , α, β - эмпирические коэффициенты, $V = \bar{V}$.

Данный закон является прямым обобщением закона Дарси (при $\beta=0$) и имеет, естественно, более широкие границы применимости, чем закон Дарси. Обычно при решении практических задач, если это возможно, стараются моделировать процесс фильтрации с помощью закона Дарси, а закон Дюпюи - Форхгеймера или какой-либо другой закон фильтрации рассматривается только в тех случаях, когда по тем или иным причинам закон Дарси становится неправомерным или результаты линейной модели (полученные на основе закона Дарси) плохо согласуются с экспериментом. Это обусловлено, видимо, тем, что математические модели с линейным законом достаточно хорошо разработаны и с их помощью решены важные практические задачи.

Вместе с тем известно, что сам закон Дарси является приближённым (экспериментально установленным) законом и поэтому естественно ожидать, что математические модели фильтрации на основе закона Дарси требуют определённой доработки. В настоящее время с развитием и широким внедрением в народное хозяйство компьютерной техники трудности, связанные с решением краевых задач (математических моделей) фильтрации перестают играть главную роль в выборе соответствующего основного закона фильтрации при составлении математической модели конкретной практической задачи.

Другая сложность в случае выбора закона Дюпюи - Форхгеймера заключается в подборе коэффициентов α и β в соотношении (1), отвечающим конкретным условиям фильтрационного процесса. В случае закона Дарси (при $\beta=0$) коэффициент $\alpha=1/K$, где K - коэффициент фильтрации. Коэффициент фильтрации является наиболее полно изученным, с физической и математической точек зрения, показателем процесса фильтрации и его определение (вычисление) в каждом конкретном случае не составляет большого труда. Иное дело, если мы в качестве основного закона фильтрации выбрали закон Дюпюи-Форхгеймера. Здесь единственным, на наш взгляд, критерием определения коэффициентов α и β являются теоретические и экспериментальные (модельные) исследования, в результате которых можно получить приближённую зависимость коэффициентов α и β от напора и расхода дамбы. С этой целью в данной работе моделируется одномерная стационарная фильтрация в теле однородной фильтрующей дамбы (рис.) в направлении оси O_x .

Схема фильтрации



Рисунок

Будем считать, что длина дамбы в направлении фильтрации (оси x) равна L , а ширина дамбы (в направлении оси y , перпендикулярной плоскости чертежа) равна l . Предполагается, что дамба имеет горизонтальное непроницаемое основание и вертикальные стенки. Пусть вода и тело дамбы несжимаемы, где H_0 - глубина воды в верхнем бьефе, H_1 - глубина воды в нижнем бьефе.

Составим математическую модель данной задачи на основе уравнения (1), считая течение одномерным и стационарным. Тогда областью фильтрации является отрезок $[0, L]$ по оси X с границами $X=0$ и $X=L$. Выберем в качестве плоскости сравнения плоскость Oxy , тогда глубина воды $h(x)$ в точке x дамбы совпадает с гидростатическим напором $H(x)$ в $x \in [0, L]$.

Напишем уравнение неразрывности для рассматриваемого процесса:

$$Q = \frac{b\alpha}{3} \cdot \frac{H_0^3 - H_1^3}{H_0^2 - H_1^2} \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{(H_0^2 - H_1^2)^2}{H_0^3 - H_1^3} \cdot \frac{3\beta}{L\alpha^2}} - 1}{\beta}$$

$$= \frac{b\alpha(H_0^3 - H_1^3)}{3(H_0^2 - H_1^2)} \cdot \frac{1 + \frac{(H_0^2 - H_1^2)^2}{H_0^3 - H_1^3} \cdot \frac{3\beta}{L\alpha^2} - 1}{\beta \sqrt{1 + \frac{(H_0^2 - H_1^2)^2}{H_0^3 - H_1^3} \cdot \frac{3\beta}{L\alpha^2}}}$$

где: ρ - плотность жидкости; $v(x)$ - скорость фильтрации в точке;
 $h(x)$ - глубина водоносного слоя в точке x .

Пользуясь тем, что жидкость несжимаема ($\rho = \text{const}$), $h(x) = H(x)$ и интегрируя последнее уравнение имеем:

$$H(x) \cdot v(x) = \text{const} \quad (2)$$

В силу определения скорости фильтрации и сделанного выше предположения об единичной ширине дамбы:

$$H(x) \cdot v(x) = Q(x), \quad (3)$$

где $Q(x)$ - расход жидкости в точке x . Следовательно, в силу (2) и (3) имеем:

$$Q(x) = \text{const} = Q$$

и

$$H(x) \cdot v(x) = Q. \quad (4)$$

Подставляя выражение для $v(x)$ из соотношения (4) в закон фильтрации (1) получим:

$$-\frac{dH}{dx} = \alpha \frac{Q}{H} + \beta \frac{Q^2}{H^2} \quad (5)$$

или

$$\frac{dH(x)}{dx} + \alpha Q \frac{1}{H(x)} + \beta Q^2 \frac{1}{H^2(x)} = 0, \quad (5')$$

$$0 < x < L.$$

Соотношение (5) есть искомое дифференциальное уравнение, описывающее фильтрацию в теле дамбы. К этому уравнению нужно добавить начальное условие:

$$H(0) = H_0 \quad (6)$$

на левой границе области фильтрации.

Таким образом, если задан расход фильтрующей дамбы Q , то искомый напор $H(x)$ является решением задач (5) и (6). Иногда вместо расхода задаётся напор на правой границе области фильтрации:

$$H(L) = H_1. \quad (7)$$

Тогда задача расчёта рассматриваемого безнапорного фильтрационного напора потока равносильна математической задаче определения $H(x)$ и Q из соотношения (5)...(7).

При решении этих задач коэффициенты α и β считаются заданными, при этом они, естественно, зависят от характеристик пористой среды и жидкости.

Решением задачи (5) и (6) или (5)...(7) называется положительная функция $H(x) > 0$, заданная на отрезке $[0, L]$ (и число Q), удовлетворяющая соотношениями (5) и (6) или (5)...(7).

Здесь условие положительности функции $H(x)$ заложено исходя из физической сути задачи, ибо отрицательные значения напора в теле плотины не имеют физического смысла. Также исходя из физики можно сказать, что если коэффициенты α и β определены правильно в соответствии с конкретными условиями рассматриваемой задачи, то на самом деле должно выполняться ещё одно условие:

$$\frac{dH}{dx} \leq 0.$$

Вопрос о существовании решения рассмотренных выше задач на всём интервале $[0, L]$ открыт. Известные общие теоремы гарантируют существование и единственность решения в некоторой окрестности точки $x=0$, пока $H > 0$. Длина этой окрестности определяется коэффициентом Липшица правой части уравнения (5), что никак не связано с

длиной дамбы L . Если длина дамбы достаточно большая, то решения рассматриваемых задач могут не существовать. Поэтому для корректности задачи коэффициенты α и β должны ещё зависеть от длины L плотины.

Для демонстрации сказанного рассмотрим частный случай задачи (5) и (6), когда $\beta=0$ (модель на основе закона Дарси). Тогда полученная задача решается аналитически и её решение имеет вид:

$$H(x) = \sqrt{H_0^2 - 2\alpha Qx}, \quad 0 < x < L \quad (8)$$

Как видно из этой формулы при $L > \frac{H_0^2}{2\alpha Q}$ положительное решение задачи (5) и (6) не существует. Парадоксальная на первый взгляд зависимость α от длины плотины L становится понятной, если мы найдём α из формулы (8):

$$\alpha = \frac{H_0^2 - H^2(x)}{2Qx} \quad (9)$$

Следовательно, α зависит не от длины L , а от координаты x , что правомерно для неоднородных пористых материалов. А если пористая среда является однородной, то напор $H(x)$ в теле плотины меняется таким образом, чтобы правая часть уравнения (9) оставалась постоянной величиной. Из уравнения (9) также следует, что если длина дамбы достаточно большая, то существование положительного по всей длине плотины решения зависит от начального напора H_0 (чем больше L , тем больше должен быть H_0).

Рассмотрим другой частный случай модели, когда $\alpha=0$. В этом случае задача (5) и (6) также решается аналитически:

$$H(x) = \sqrt[3]{H_0^3 - 3\beta Q^2 x}, \quad 0 < x < L. \quad (10)$$

Таким же образом можно решить и другие задачи, связанные с процессом фильтрации. Допустим, у нас есть экспериментальные значения напоров $H(x)$ при нескольких значениях x , а также нам известен (экспериментально) расход фильтрующей дамбы Q . Требуется найти коэффициенты α и β в законе (1), так, чтобы соответствующее решение задачи (5) и (6) наилучшим образом аппроксимировало экспериментальные данные. Выражение "аппроксимировать наилучшим образом" будем понимать в смысле суммы абсолютных отклонений решения от экспериментальных данных в точках, в которых заданы эти данные.

Итак, пусть $H_i, i=0,1,2,3\dots n$, значения напоров в точках $x_i, i=0,1,2,3\dots n$, причём, $x_0=0, x_n=L$, требуется найти $(\alpha, \beta) \in R^2$ такую, чтобы:

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i=0}^n |H_i - H(x_i, \alpha, \beta)| \rightarrow \min, \quad (11)$$

где $H(x, \alpha, \beta)$ - решение задачи (5) и (6) соответствующее значение фиксированным α, β .

Из изложенного выше следует, что не для всех точек $(\alpha, \beta) \in R^2$ решение задачи (5) и (6) существует. Поэтому определим допустимое множество $D \subset R^2$, в точках которого решение (5) и (6) существует.

Будем говорить, что $(\alpha, \beta) \in D \subset R^2$, если решение $H(x, \alpha, \beta)$ задачи (5) и (6) существует. Множество D называется допустимым множеством.

Итак, задача состоит в нахождении $(\alpha_0, \beta_0) \in D$ такую, чтобы $F(\alpha_0, \beta_0) = \min F(\alpha, \beta)$.

Для получения $(\alpha, \beta) \in D$ разрешимости (может быть не единственной) поставленной задачи сначала исследуем зависимость $H(x, \alpha, \beta)$ от α и β .

Пусть $(\alpha_1, \beta) \in D, (\alpha_2, \beta) \in D$ и $\alpha_1 > \alpha_2$. Тогда $H(x, \alpha_1, \beta) \leq H(x, \alpha_2, \beta)$ для всех $x \in [0, L]$.

Для доказательства этого обозначим соответствующие решения через $H_1(x) \equiv H(x, \alpha_1, \beta)$ и $H_2(x) \equiv H(x, \alpha_2, \beta)$. Тогда по определению решения $H_1(x) > 0, H_2(x) > 0$ для любого $x \in [0, L]$ и

$$\begin{aligned} \frac{dH_1(x)}{dx} + \alpha_1 Q \frac{1}{H_1(x)} + \beta Q^2 \frac{1}{H_1^2(x)} &= 0, \\ \frac{dH_2(x)}{dx} + \alpha_2 Q \frac{1}{H_2(x)} + \beta Q^2 \frac{1}{H_2^2(x)} &= 0. \end{aligned}$$

Умножим первое уравнение на $H_1^2(x)$, второе - на $H_2^2(x)$, вычтем первое уравнение из второго и после элементарных преобразований получим:

$$\frac{dH^1}{dx} = P(x) \cdot H^1(x) + 3QH_1(x)(\alpha_1 - \alpha_2), \quad (12)$$

где

$$P(x) = - \frac{3\alpha_2 Q}{H_1^2(x) + H_1(x) \cdot H_2(x) + H_2^2(x)}$$

и в силу начальных условий $H^1(0) = 0$.

Тогда решение уравнения (12) дается формулой:

$$H^1(x) = H_2^3(x) - H_1^3(x) = 3Q(\alpha_1 - \alpha_2) \int_0^x H_1(y) L^{\int_0^y \alpha} dy > 0$$

для всех $x \in [0, L]$. Из показанных примеров следует, что если зафиксировать один из параметров α или β , а другой параметр растёт, оставаясь в области D , то соответствующее решение задачи (5) и (6) убывает с ростом отрезка $[0, L]$.

Заметим ещё, что как легко видеть из структуры уравнения (5), если $\alpha > 0$, $\beta > 0$, то решение задачи (5) и (6) убывает с ростом x , то есть

$$\frac{dH}{dx} \leq 0.$$

Иначе говоря, решение $H(x, \alpha, \beta)$ монотонно зависит от α и β . Тогда зафиксировав один из параметров, например β , и изменяя другой, то есть α , можем найти такое его значение, при котором $F(\alpha, \beta)$ из (1) достигает своего минимума (естественно такое значение может быть не единственным). Затем, зафиксировав другое значение первого параметра β , найдём соответствующее значение (или значения) α , доставляющее минимум (11). Таким образом, в области D существует некая линия (или множество линий) $\beta = f(\alpha)$, на которой $F(\alpha, \beta)$ достигает своего минимума при каждом фиксированном β . Далее минимизируя $F(\alpha, \beta)$ на этих линиях находим искомое значение (α, β) .

Для этого, учитывая сказанное в предыдущем пункте займёмся отысканием (хотя бы приближённо) линии $\beta = f(\alpha)$.

Умножим уравнение (5) на $H(x)$ и на $H^2(x)$:

$$H(x) \frac{dH(x)}{dx} + \alpha Q + \beta Q^2 \cdot \frac{1}{H(x)} = 0;$$

$$H^2(x) \frac{dH(x)}{dx} + \alpha Q H(x) + \beta Q^2 = 0,$$

проинтегрируем полученные уравнения по x от нуля до x с учётом (6):

$$H^2(x) - H_0^2 + 2\alpha Qx + 2\beta Q^2 \int_0^x \frac{dx}{H(x)} = 0; \quad (13)$$

$$H^3(x) - H_0^3 + 3\alpha Q \int_0^x H(sx) dx + 3\beta Q^2 x = 0. \quad (14)$$

Заметим, что в силу (4) $V(x)=Q/H(x)$, и тогда из уравнений (13) и (14) получим:

$$\int_0^x V(x)dx = \frac{H_0^2 - H^2(x)}{2\beta Q} - \frac{\alpha}{\beta}x \quad ; \quad (15)$$

$$\int_0^x H(x)dx = \frac{H_0^3 - H^3(x)}{3\alpha Q} - \frac{\beta Q}{\alpha}x$$

или

$$\frac{1}{x} \int_0^x V(x)dx = \frac{H_0^2 - H^2(x)}{2\beta Qx} - \frac{\alpha}{\beta} \quad ; \quad (16)$$

$$\frac{1}{x} \int_0^x H(x)dx = \frac{H_0^3 - H^3(x)}{3\alpha Qx} - \frac{\beta Q}{\alpha}$$

В левой части (15) стоит среднее значение $V_{cp}(x)$ скорости фильтрации $V(x)$ на интервале $[0,x]$, а в левой части (16) - среднее значение $H_{cp}(x)$ напора $H(x)$ на $[0,x]$.

Учитывая, что любое $x \in [0,L]$ $H(x) \cdot V(x) = Q$ примем гипотезу:

$$H_{cp}(x) \cdot V_{cp}(x) = Q. \quad (17)$$

Подставляя в (17) выражения H_{cp} , V_{cp} из (16) и (17) имеем:

$$\left(\frac{H_0^2 - H^2(x)}{\alpha\beta Qx} - \frac{\alpha}{\beta} \right) \left(\frac{H_0^3 - H^3(x)}{3\alpha Qx} - \frac{\beta Q}{\alpha} \right) = Q$$

или после элементарных преобразований приходим к равенству:

$$\frac{3Q^2x}{H_0^3 - H^3(x)} \cdot \beta + \frac{2Qx}{H^2H^3(x)} \alpha = 1. \quad (18)$$

Таким образом, α и β в задачах (5) и (6) связаны уравнением (18). Это уравнение нужно отметить, приближённое, так как оно получено из гипотезы (17), которая не выполняется точно. Тем не менее в некоторых частных случаях оно выполняется точно.

Теперь, для определения α и β , отвечающих экспериментальным данным достаточно взять любые две данные $x_1, x_2, H(x_1), H(x_2)$, и подставляя их в уравнение (18) получим два уравнения относительно α и β . Рекомендуется в качестве одного из данных взять $x_n=L$ и $H_n=H(L)$, то есть точное решение задачи, конечную точку фильтрации. Здесь и появляется сказанная выше зависимость α и β от L . Тогда формула (18) примет более конкретный вид:

является сказанная выше зависимость α и β от L . Тогда формула (18) примет более конкретный вид:

$$\frac{3Q^2L}{H_0^2 - H_n^2} \beta - \frac{2QL}{H_0^2 - H_n^2} \alpha = 1. \quad (19)$$

В случае, когда $\beta=0$ формула (18) даёт для α формулу (9) или формулу (8) для $H(x)$, то есть точное решение задачи (5), (6). В другом частном случае, когда $\alpha=0$ из (18) мы получаем формулу (10) для $H(x)$, то есть и в этом случае формула (1) является точной.

В заключение можно отметить, что для равномерной, стационарной нелинейной фильтрации через фильтрующую дамбу приближённая математическая модель записывается в виде:

$$H^2(x) \frac{dH(x)}{dx} + \alpha Q H(x) - \frac{H_0^2 - H_1^2}{3L} - \frac{H_0^2 - H_1^2}{H_0^2 - H_1} 2\alpha Q = 0, \quad (20)$$

где: $H(x)$ - напор в точке x , Q - фильтрационный расход через дамбу на единицу ширины, H_0, H_1 - значения напоров на границе дамбы, L - длина дамбы, α - эмпирический коэффициент.

Как показывают дальнейшие численные решения, если решение задачи (20) существует для любого α из некоторого интервала $(0, \alpha_0)$, то данная модель совпадает с линейной моделью на основе закона Дарси.

Литература

1. Баренблатт Т.И., Ентов В.М., Рьжик В.М. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа. М:Недра, 1972.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. М:Наука 1978.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ГИДРОТЕХНИКАДАҒЫ СУ ӨТКІЗУ ПРОЦЕССТЕРІНІҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Физ-мат. ғыл. канд.
Техн. ғыл. канд.

М.Г. Габбасов
О.К. Карлыханов
Т.Ч. Тажиева
Д.Г. Конюшихин

Бір келкі сүзілу біттерін арқалы өтетін су сүзілісі процестерінің теориялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Сұйықтың сүзілу шағымының және сүзілу коэффициенттерінің теориялық байланыстары анықталған.