

Қазақстан Республикасының
экология және табиғи ресурстар
министрлігі

Республикалық мемлекеттік
қазыналық кәсіпорын
"Қазгидромет"

Министерство
экологии и природных ресурсов
Республики Казахстан

Республиканское
государственное предприятие
"Казгидромет"

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Эр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

№ 1 - 2

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

АЛМАТЫ
1998



Редакционный совет

Шамен А.М., Генеральный директор Казгидромета, директор КазНИИМОСК, канд. экон. наук (председатель); Байтулин И.О., академик АН РК, доктор биол. наук (зам. председателя); Ахмеджанов Т.К., доктор техн. наук, зав. отделом ДАНК МН-АН РК; Ахметов А.С., академик Инженерной Академии РК, доктор техн. наук, председатель Комитета по вопросам экологии природопользования Мажилиса Парламента РК; Бейсенова А.С., декан геогр. факультета АГУ им. Абая, чл.-корр. АН РК, доктор геогр. наук; Бишимбаев В.К., чл.-корр. АН РК, доктор техн. наук, ректор Таразского университета им. Х. Дулати; Болдырев В.М., декан геогр. факультета КазГУ им. аль-Фараби, доктор геогр. наук; Госсен Э.Ф., академик АН РК, доктор с.-х. наук; Рябцев А.Д., зам. председателя Комитета по водным ресурсам Минсельхоза; Северский И.В., директор института географии МН-АН РК, чл.-корр. АН РК, доктор геогр. наук; Чередниченко В.С., зав. кафедрой метеорологии КазГУ им. аль-Фараби, академик АН Высшей школы, доктор геогр. наук; Чигаркин А.В., зав. кафедрой геоэкологии и мониторинга природной среды КазГУ им. аль-Фараби, доктор геогр. наук.

Редакционная коллегия

Чичасов Г.Н., зам. директора КазНИИМОСК, доктор геогр. наук (председатель); Кожяхметов П.Ж., начальник Бюро погоды, канд. техн. наук (зам. председателя); Семенов О.Е., канд. физ.-мат. наук (ответственный секретарь); Бурлибаев М.Ж., канд. геогр. наук; Голубцов В.В., канд. геогр. наук; Степанов Б.С., канд. техн. наук.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 1-2

©

Журнал выходит 4 раза в год.

Регистрационное свидетельство № 1538

Министерства печати РК.

Подписной индекс 75855.

Подписано к печати 30.06.98 г. Формат бумаги 70 x 100 1/16.

Объем 14,3 п.л. Заказ 205. Тираж 500

Цена договорная

ТОО "Гидрометполиграф", г. Алматы, пр. Абая, 32

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ

7

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

А.М. Шамен

Проблемы перевода Гидрометслужбы Казахстана на коммерческую основу..... 26

**М.А. Мурадов, Т.П. Строева, Р.М. Ишмухаметов,
Е.Н. Затылкин**

О возможности автоматизированного прогнозирования штормообразующей синоптической ситуации на Северном Каспии..... 50

А.Х. Ахмеджанов, Е.А. Таланов, О.Г. Шестернева

Особенности распределения осадков при северо - западных и западных вторжениях на территории Южного и Юго - Восточного Казахстана..... 59

О.Е. Семенов

Экспериментальные исследования вертикальных профилей скорости ветра при песчаных бурях..... 68

М.Ж. Бурлибаев

Биопродуктивность травостоя пойменных лугов р. Шу как индикатор динамичного развития речной экосистемы..... 79

М.Ж. Бурлибаев

Об одной попытке испытания устойчивости речной экосистемы на примере р. Шу..... 94

Р.И. Гальперин, М.М. Молдахметов

О формировании статистических характеристик расходов воды в реках..... 107

Н.И. Ивкина	
Опыт применения гидродинамической модели MIKE 21 для прогнозирования стонно - нагонных явлений на Каспийском море	116
Т.С. Степанова	
Новая постановка задачи о динамической модели селевого потока и ее качественный анализ.....	124
А.П. Горбунов, И.А. Горбунова	
О проблемах криоэкологии Казахстана.....	143
К.Ш. Фанзов	
Об экологических последствиях загрязнения почв сточными нефтепромысловыми водами.....	158
З.О. Кадырова, Е.Е. Коченова	
Об основных направлениях экологизации хозяйственной деятельности в Республике Казахстан.....	165
Т.К. Ахмеджанов, А.П. Яковлев, А.Б. Бегалинов, С.В. Лобко, Ч. Медеуов, Г.М. Юсупова	
Новые направления в утилизации сернистых газов и других вредных веществ для охраны окружающей среды.....	182
Ш.К. Альмухамбетова	
Динамика температурно-газового режима в объемах окисляющихся полезных ископаемых при их складировании.....	195
И.М. Байрамов	
Обоснование утечек растворов в окружающую среду и критериев их оценки при выщелачивании руд в отвалах и кучах.....	203
НАША ИСТОРИЯ	212

CONTENTS

OFFICIAL COMMUNICATIONS

7

SCIENTIFIC PAPERS

A.M. Shamen

Difficulties in Transition of Hydrometeorological Service of Kazakhstan
on market base..... 26

**M.A. Muradov, T.P. Stroeve, R.M. Ishmuhametov,
E.N. Zatytkin**

About an Opportunity to Automate Forecasting of Storm-Inducing
Synoptic Situation on the North Part of the Caspian Sea..... 50

A.H. Ahmetzhanov, E.A. Talanov, O.G. Shesternyova

Peculiarities of Precipitation Distribution under Northern-Eastern and
Eastern Intrusion into the Territory of Southern and Southern-Western
Kazakhstan..... 59

O.E. Semenov

Experimental Investigations of Vertical Profiles of Wind Velocity during
Sand Storms..... 68

M.Zh. Burlibaev

Bioproductivity of Grass of Water-Meadows of the Shu River as an
Indicator of Dynamics of a River Ecosystem..... 79

M.Zh. Burlibaev

About an Attempt to Test Sustainability of River Ecosystem on the Shu
River Case 94

R.I. Galperin, M.M. Moldahmetov

On Generating of Statistical Characteristics of River Water Discharge..... 107

N.I. Ivkina	
The Experience of Hydrodynamic Model MIKE 21 Utilization for the Forecasting of the Tide Events in the Caspian Sea.....	116
T.S. Stepanova	
The New Meaning of the Task on the Dynamic Model of Mudflow and Its Quality Characteristics.....	124
A.P. Gorbunov, I.A. Gorbunova	
On the Problems of Cryoecology in Kazakhstan.....	143
K.Sh. Faisov.	
On the Ecological Consequences of the Soil Contamination by the Oil Sewage.....	158
Z.O. Kadyrova, E.E. Kochenova	
On the Main Directions of Economy Activity Ecologization in the Republic of Kazakhstan.....	165
T.K. Akhmedzhanov, A.P. Yakovlev, A.B. Begalinov, S.B. Lobko, Ch. Medeuov, G.M. Yusupova	
The New Directions in the Utilization of Sulphurous Gases and Other Harmful Substances for the Environment Protection.....	182
Sh. K. Almukhambetova.	
Dynamics of Temperature-Gases Regime in the Minerals Oxidation Extent and Their Storage.....	195
I.M. Bayramov	
Basing of the Solution Leakage into Environment and the Assessment Criteria under the Ore Leaching in Heaps and Piles.....	203
OUR HISTORY	212

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ
ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
от 20 ноября 1997 года
№ 1622**

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ О МИНИСТЕРСТВЕ
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

На основании Указа Президента Республики Казахстан от 10 октября 1997 г. № "О мерах по дальнейшему повышению эффективности государственного управления в Республике Казахстан" Правительство Республики Казахстан постановляет:

1. Утвердить прилагаемые:

Положение о Министерстве экологии и природных ресурсов Республики Казахстан;

перечень учреждений и организаций, находящихся в ведении Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

2. Признать утратившим силу Постановление Правительства Республики Казахстан от 23 мая 1997 г. № 876 "Об утверждении Положения о Министерстве экологии и биоресурсов Республики Казахстан".

**ПОЛОЖЕНИЕ
О МИНИСТЕРСТВЕ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

I. МИССИЯ

Гармонизация взаимодействия общества и окружающей среды

II. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (далее - Министерство) является центральным исполнительным органом охраны окружающей среды Республики Казахстан.

2. Министерство в своей деятельности руководствуется Конституцией, законами Республики Казахстан, актами Президента и Правительства Республики Казахстан, иными нормативными правовыми актами, а также настоящим Положением.

3. Решения Министерства и его территориальных органов, принятые в пределах их компетенции, обязательны для исполнения всеми министерствами, государственными комитетами, иными центральными и местными исполнительными органами, организациями Республики Казахстан, физическими и юридическими лицами, независимо от их ведомственной подчиненности и форм собственности.

4. Министерство осуществляет право владения, пользования и распоряжения имуществом, находящимся в его ведении, и подведомственных подразделениях, делегируемое Министерством финансов Республики Казахстан.

5. Министерство является юридическим лицом, имеет бюджетные и текущие счета в банке, печать с изображением Государственного герба Республики Казахстан со своим наименованием на государственном языке.

6. Структура и штатная численность центрального аппарата Министерства определяются Правительством Республики Казахстан.

7. Содержание Министерства и его структурных подразделений осуществляется за счет ассигнований, предусмотренных в республиканском бюджете.

III. ПРИОРИТЕТЫ

Создание экологически безопасной окружающей среды.

Сбалансированное использование природных ресурсов.

Сохранение биоразнообразия животного и растительного мира.

Экологическое просвещение.

IV. ЗАДАЧИ

8. Обеспечить стабильное улучшение окружающей среды и сбалансированное использование природных ресурсов.

9. Оптимизировать систему государственного управления охраной окружающей среды и природными ресурсами.

10. Создать систему адекватного финансирования природоохранных программ всеми природопользователями, общественными

фондами, в том числе международными.

11. Обеспечить контроль за состоянием и мониторинг окружающей среды.

12. Развить систему просвещения в области экологии и природных ресурсов.

V. ФУНКЦИИ

13. Выступать заказчиком работ по использованию средств республиканского фонда охраны природы и средств по государственному геологическому изучению.

14. Проводить контроль за соблюдением требований по охране окружающей среды, и том числе недр, всех без исключения объектов хозяйствования.

15. Проводить государственную экологическую экспертизу в сфере охраны окружающей среды.

16. Осуществлять мониторинг гидрометеорологической ситуации и экологического состояния окружающей среды.

17. Проводить экспертизу и утверждение запасов полезных ископаемых в недрах.

18. Организовывать информационно-аналитическую работу по просвещению в области экологии и рационального использования природных ресурсов.

VI. ПРАВА

19. Осуществлять в порядке, установленном Правительством Республики Казахстан, руководство республиканским фондом охраны природы, контролировать деятельность и целевое использование местных внебюджетных фондов охраны природы.

20. Привлекать экспертов для экологической экспертизы, при утверждении запасов месторождений с оплатой их труда из средств республиканского фонда охраны природы.

21. Получать от исполнительных органов, а также юридических и физических лиц, независимо от форм собственности, необходимую информацию по вопросам охраны недр и окружающей среды, воспроизводства и использования природных ресурсов.

22. Принимать в пределах своей компетенции меры по привлечению нарушителей природоохранных требований к ответственности, рассматривать дела об административных правонарушениях, ограничивать, приостанавливать и прекращать хозяйственную и иную

деятельность, ввод в эксплуатацию объектов, не выполняющих установленных природоохранным законодательством требования, а также предъявлять иски и выступать истцом от имени государства в судебных разбирательствах по делам о нарушениях требований природоохранного законодательства.

23. Выдавать и аннулировать разрешения на загрязнение окружающей среды (в т. ч. на захоронение вредных веществ и сброс сточных вод, на застройку площадей залегания полезных ископаемых) выбросами, размещением отходов.

24. Издавать карты, книги, журналы, газеты, информационные бюллетени, теле- и видеофильмы и т.п. по вопросам охраны окружающей среды, экологии и природных ресурсов.

25. Предоставлять работникам системы Министерства, непосредственно осуществляющим государственный экологический контроль, государственный контроль за охраной недр, а также государственный контроль за охраной животного мира (в том числе рыб и других водных животных) технические средства, табельное оружие и форменное обмундирование со знаками различия и служебными удостоверениями единого образца из средств республиканского фонда охраны природы и государственного геологического изучения и охраны недр.

VII. ОБЯЗАННОСТИ

26. Не допускать любой деятельности и действий, ухудшающих экологическую ситуацию в стране.

27. Принимать адекватные меры воздействия на нарушителей законов Республики Казахстан в области охраны окружающей среды, в том числе недр.

28. Обеспечивать соблюдение природоохранного законодательства Республики Казахстан.

29. Обеспечивать объективную оценку состояния окружающей среды и минерально-сырьевой базы страны и информирование Правительства.

30. Обеспечивать планомерное геологическое изучение территории страны.

31. Прогнозировать политику сохранения и улучшения экологической обстановки и рационального использования природных ресурсов.

32. Привлекать средства, выделяемые на экологию в мире.

VIII. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

33. За достоверность информации о состоянии окружающей среды, гидрометеорологических данных по Республике Казахстан.

34. За полноту государственного геологического изучения территории страны и достоверность утвержденных запасов полезных ископаемых в недрах.

35. За рациональное использование средств республиканского фонда охраны природы и средств, выделяемых на государственное геологическое изучение.

36. За объективную экспертизу в сфере охраны окружающей среды, в том числе недр.

37. За активное привлечение внебюджетных средств международных экологических организаций на экологическое оздоровление страны.

38. За эффективную пропаганду и просвещение населения в области экологии и рационального использования природных ресурсов.

IX. ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИНИСТЕРСТВА

39. Министерство и его территориальные органы образуют единую систему Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

40. Министерство возглавляет Министр. Министр назначается на должность и освобождается от должности Президентом Республики Казахстан по представлению Премьер - Министра Республики Казахстан.

41. Министр имеет заместителя - вице - Министра, назначаемого на должность и освобождаемого от должности Правительством Республики Казахстан по представлению Министра.

42. В состав Министерства входят: Комитет геологии и охраны недр, Комитет экологии, Управление охраны и рационального использования животного и растительного мира, особо охраняемых природных территорий и Департамент управления и финансов.

43. Комитеты в пределах компетенции Министерства и предоставленных им полномочий автономно осуществляют исполни-

тельные и контрольно-надзорные функции, а также межотраслевую координацию и руководство подотраслью государственного управления.

44. Положения о комитетах утверждаются Правительством Республики Казахстан. Штатная численность и структура комитетов определяются и утверждаются Министром.

45. Комитет возглавляет Председатель, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Правительством Республики Казахстан по представлению Министра.

46. Председатель Комитета организует и осуществляет руководство работой Комитета и несет персональную ответственность за выполнение возложенных на Комитет задач и осуществление им своих функций.

Х. ПОЛНОМОЧИЯ МИНИСТРА

47. Определение стратегии, целей и приоритетов деятельности Министерства.

48. Утверждение программ государственных исследований в области охраны окружающей среды и государственного геологического изучения недр.

49. Взаимодействие с международными организациями в области охраны окружающей среды и геологического изучения.

50. Пропаганда в области экологии и природных ресурсов.

51. Утверждение штатного расписания Министерства и территориальных управлений.

52. Назначение и освобождение от должности руководителей комитетов, департамента, управления в составе Министерства, а также руководителей территориальных управлений в составе Министерства, руководителей территориальных органов Министерства.

53. Назначение Главного экологического эксперта. Главного экологического инспектора.

54. Осуществляет иные полномочия в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

55. При Министерстве образуется консультативно - совещательный орган - коллегия, решения которой проводятся в жизнь приказами Министра. Количественный состав коллегии утверждается Правительством. Персональный состав коллегии утверждается Министром.

56. В целях рассмотрения проблемных вопросов охраны недр, окружающей среды и использования природных ресурсов Министерство создает научно-технический совет, совет государственной экологической экспертизы, другие советы и рабочие группы.

Положения о советах и их персональный состав утверждаются Министром.

57. Вице - Министр замещает Министра во время его отсутствия, осуществляет иные обязанности, возложенные на него Министром.

**ПЕРЕЧЕНЬ
ОРГАНИЗАЦИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ВЕДЕНИИ
МИНИСТЕРСТВА ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Государственное предприятие "Казгидромет";

Государственное предприятие "Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан";

Специализированное гравиметрическое предприятие, Казмеханобр.

Премьер - Министр
Республики Казахстан

Н. Балгимбаев

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ
ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

от 18 декабря 1997 года

№ 1775

**О СОЗДАНИИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
КАЗЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ "КАЗГИДРОМЕТ "**

В целях подготовки гидрометеорологических прогнозов, а также обеспечения органов управления, отраслей экономики и населения Республики Казахстан информацией о стихийных гидрометеорологических явлениях, фактическом состоянии природной среды и изменении климата Правительство Республики Казахстан ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Создать Республиканское государственное казенное предприятие "Казгидромет" (далее - Предприятие) на праве оперативного управления.

2. Определить уполномоченным органом государственного управления, а также органом, осуществляющим по отношению к Предприятию функции субъекта права государственной собственности, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

3. Определить основными задачами Предприятия:
разработку и составление краткосрочных и долгосрочных метеорологических, гидрологических и агрометеорологических прогнозов;

проведение систематических гидрометеорологических наблюдений и мониторинга природной среды;

предупреждение о возможности возникновения стихийных гидрометеорологических явлений;

ведение Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды;

осуществление метеорологического обеспечения авиации, энергетики, сельского хозяйства и других отраслей экономики Республики Казахстан;

удовлетворение потребностей государственных органов, отраслей экономики Республики Казахстан и населения в информации о погоде, климате, фактических и ожидаемых изменениях гидрометеорологических условий и состояния загрязнения природной среды и причинах этих изменений.

4. Министерству экологии и природных ресурсов Республики Казахстан:

провести необходимые организационные меры по регистрации Предприятия в установленном законодательством порядке;

представить на рассмотрение и утверждение Правительства Республики Казахстан перечень организаций и объем гидрометеорологической информации, представляемой Предприятием за счет выделенных бюджетных ассигнований;

внести в установленном законодательством порядке проект постановления Правительства Республики Казахстан о внесении дополнения в Перечень Республиканских государственных предприятий, утвержденный Постановлением Правительства Республики Казахстан от 25 июня 1996 г. № 790 "О Перечне республиканских государственных предприятий" (САПП Республики Казахстан, 1996 г., № 29, ст. 256).

Премьер - Министр
Республики Казахстан

Н. Балгимбаев

УСТАВ
РЕСПУБЛИКАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО КАЗЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ "КАЗГИДРОМЕТ "

*(Утвержден Министерством экологии и природных ресурсов
Республики Казахстан от 9 января 1998 года)*

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Республиканское государственное казенное предприятие "Казгидромет" (в дальнейшем именуемое - Казгидромет) создано в соответствии с Постановлением Правительства Республики Казахстан от 18 декабря 1997 года № 1775 и осуществляет функции Национальной гидрометеорологической службы Казахстана.

1.2. Учредителем Казгидромета является Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Взаимоотношение Учредителя и Казгидромета определяется настоящим Уставом.

1.3. Казгидромет осуществляет свою деятельность в соответствии с Гражданским кодексом Республики Казахстан, Указом Президента Республики Казахстан, имеющим силу Закона " О государственном предприятии" от 19 июня 1995 года, действующим законодательством Республики Казахстан и настоящим Уставом.

1.4. Казгидромет является юридическим лицом, имеет самостоятельный баланс, расчетный и иные счета в учреждениях банков, печать с изображением Государственного герба Республики Казахстан со своим наименованием на казахском языке, целевые печати, штампы и другие фирменные атрибуты юридического лица.

1.5. Казгидромет является правопреемником Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Министерства экологии и биоресурсов РК .

1.6. Казгидромет находится по адресу: 480072, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая, 32.

2. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Основными задачами Казгидромета являются разработка и составление гидрометеорологических прогнозов, доведение информации о состоянии природной среды и климата до организаций, учреждений и населения Республики Казахстан, особенно в чрезвычайных ситуациях, содержание и развитие гидрометеорологической сети и проведение мониторинга природной среды, ведение Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды и проведение государственной экспертизы гидрометеорологических наблюдений и работ, полученных на территории Казахстана другими организациями.

2.2. Исходя из поставленных задач, основными функциями Казгидромета являются:

- предупреждение о возможности возникновения стихийных гидрометеорологических явлений;
- проведение гидрометеорологического обслуживания населения и отраслей экономики Республики Казахстан;
- проведение систематических наблюдений за состоянием атмосферы, поверхностных вод, почв, сельскохозяйственных культур и пастбищ, радиационной обстановки на поверхности земли;
- разработка и составление метеорологических, гидрологических, агрометеорологических и специализированных прогнозов погоды;
- ведение Республиканского фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды;
- совершенствование методов прогнозирования гидрометеорологических явлений;
- проведение на основе хозяйственных договоров гидрометеобеспечения организаций и предприятий Республики Казахстан, проектно-изыскательских, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, технологических работ, работ по экологическому аудиту, а также подготовка предложений по активному воздействию на гидрометеорологические процессы и явления;
- осуществление подготовки и издания научно-технической и научно-прикладной литературы о состоянии природной среды, о

климатических, агроклиматических условиях и водных ресурсах на территории Республики Казахстан;

- проведение экспертиз всех видов гидрометеорологических данных, получаемых на территории Республики Казахстан другими организациями, а также любых проектов в части используемой в них гидрометеорологической информации;

- осуществление в установленном порядке связей и обмена информацией с международными организациями, заключение с ними договоров по вопросам, относящимся к его деятельности;

- оказание справочно - информационных услуг по вопросам влияния гидрометеорологических условий и изменений климата на здоровье населения, жизнедеятельность предприятий и организаций;

- разработка и утверждение норм и правил для строительного проектирования по методам расчета гидрометеорологических характеристик;

- другие функции, вытекающие из поставленных задач, в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

2.3. Осуществление Казгидрометом деятельности, а также совершение им сделок, не отвечающих предметам и целям его деятельности, закрепленным в настоящем Уставе, допускается лишь с разрешения Учредителя.

3. ПРАВА

Казгидромет имеет право:

3.1. Получать в установленном порядке от подразделений министерств и ведомств материалы, необходимые для осуществления целей деятельности Казгидромета, предусмотренных настоящим Уставом.

3.2. Участвовать в создании и работе комиссий по разработке нормативных актов, рассмотрению иных проблем, созывать и проводить конференции, совещания, семинары по вопросам своей деятельности.

3.3. Выступать заказчиком научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектно-изыскательских и производственных работ в области гидрометеорологии и мониторинга природной среды, финансируемых за счет государственного заказа, средств хозяйственной деятельности, иностранных инвестиций и грантов.

3.4. Осуществлять внешнеэкономическую деятельность для обеспечения сетевых подразделений соответствующими приборами, оборудованием и расходными материалами.

3.5. В пределах своей компетенции осуществлять владение, пользование и распоряжение имуществом, находящимся в государственной собственности.

3.6. Вести переписку с министерствами, ведомствами, организациями и вносить предложения по вопросам, входящим в его компетенцию.

3.7. Пользоваться другими правами в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КАЗГИДРОМЕТА

4.1. Казгидромет отвечает по своим обязательствам находящимся в его распоряжении денежными средствами. Обращение взыскания на остальное имущество Казгидромета не допускается, за исключением случаев его ликвидации.

При недостаточности у Казгидромета денежных средств субсидарную ответственность по его обязательствам несет Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

4.2. Казгидромет не несет ответственности по обязательствам собственника его имущества.

4.3. Законодательными актами могут быть установлены иные случаи ответственности государства по обязательствам Казгидромета.

5. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КАЗГИДРОМЕТА С МИНИСТЕРСТВОМ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан в соответствии с действующим законодательством:

- проводит необходимые организационные меры по регистрации предприятия в установленном законодательством порядке;
- утверждает Устав Казгидромета;
- назначает руководителя Казгидромета и освобождает его от занимаемой должности в соответствии с законодательством;

- осуществляет контроль за использованием по назначению и сохранением принадлежащего Казгидромету имущества;

- дает разрешение на совершение Казгидрометом сделок с имуществом, которые, в соответствии с законодательством, требуют согласования с собственником.

Учредитель до начала финансового года доводит до Казгидромета государственный заказ, источником финансирования которого служат средства республиканского бюджета и другие источники.

Решает иные вопросы, отнесенные действующим законодательством к исключительной компетенции уполномоченного органа.

6. ФИНАНСИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЗГИДРОМЕТА

6.1. Источниками формирования финансовых ресурсов Казгидромета являются:

- поступления от хозяйственной и иной деятельности;
- капитальные вложения и дотации из бюджета;
- безвозмездные взносы организаций и предприятий;
- кредиты банков, с разрешения уполномоченного органа;
- другие источники поступлений, не противоречащие законодательству Республики Казахстан.

6.2. Деятельность Казгидромета финансируется за счет собственных доходов по смете, утвержденной Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. В случае недостаточности у Казгидромета собственных доходов для покрытия расходов недостающие средства выделяются из соответствующего бюджета.

6.3. Основным документом, определяющим взаимоотношения Казгидромета с организациями и предприятиями - потребителями информации о состоянии природной среды, а также с поставщиками приборов, оборудования и расходных материалов, является хозяйственный договор и договор поставки.

6.4. Цены на услуги, производимые и реализуемые Казгидрометом в счет выполнения государственного заказа, устанавливаются уполномоченным органом.

Цены на услуги, производимые и реализуемые Казгидрометом сверх государственного заказа, устанавливаются самостоятельно или

на договорной основе, за исключением случаев, определенных действующим законодательством.

6.5. Казгидромет самостоятельно распоряжается своими доходами, кроме обязательных выплат в бюджет, а также имуществом, приобретенным в ходе хозяйственной деятельности.

Казгидромет является собственником продукции, произведенной в результате хозяйственной деятельности.

6.6. Фонд оплаты труда, форма оплаты труда, тарифная сетка должностных окладов устанавливаются Министерством экологии и природных ресурсов.

6.7. Доходы каждого работника Казгидромета определяются его личным трудовым вкладом с учетом конечных результатов работы Казгидромета и регулируются налогами и другим законодательными актами.

6.8. Оперативный, бухгалтерский и статистический учет и отчетность Казгидромета осуществляются перед Учредителем и государством.

6.9. Финансовый год Казгидромета совпадает с календарным. Результаты финансовой деятельности устанавливаются на основе бухгалтерского учета за квартал, полугодие и текущий год.

6.10. Правовая охрана собственности Казгидромета и принадлежащих ему прав осуществляется в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

6.11. Режим работы Казгидромета осуществляется в соответствии с трудовым законодательством Республики Казахстан.

7. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С ТРУДОВЫМ КОЛЛЕКТИВОМ

Взаимоотношения между администрацией Казгидромета и ее трудовым коллективом устанавливаются трудовым договором и в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

8. ИМУЩЕСТВО

8.1. Имущество Казгидромета составляют основные фонды, оборотные средства, а также ценности, стоимость которых отражается в самостоятельном балансе предприятия.

8.2. Имущество Казгидромета является неделимым и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе и между работниками предприятия.

8.3. Имущество Казгидромета формируется за счет

- имущества, переданного ему собственником;
- имущества (включая денежные доходы), приобретенного в результате собственной деятельности;
- иных источников, не запрещенных законодательством Республики Казахстан.

8.4. В отношении имущества, переданного Учредителем, Казгидромет осуществляет деятельность в пределах установленных Гражданским Кодексом Республики Казахстан и другими действующими законодательными актами.

8.5. Имуществом, приобретенным за счет собственных средств, Казгидромет распоряжается самостоятельно. Это имущество, а также доходы, полученные от производственно-хозяйственной деятельности, учитываются отдельно.

8.6. Казгидромет имеет право в установленном порядке списывать с баланса основные фонды и оборотные средства, если они изношены, морально устарели, выработали технические ресурсы.

9. УПРАВЛЕНИЕ

9.1. Казгидромет возглавляет Генеральный директор, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Министром экологии и природных ресурсов Республики Казахстан и ему подчиненный.

Заместители Генерального директора Казгидромета назначаются на должности и освобождаются от должностей Министром экологии и природных ресурсов Республики Казахстан по представлению Генерального директора Казгидромета.

9.2. Генеральный директор Казгидромета руководит его деятельностью и несет персональную ответственность перед уполномоченным органом за состояние дел на предприятии.

9.3. Генеральный директор Казгидромета действует на принципах единоначалия и самостоятельно решает все вопросы деятельности предприятия в соответствии с его компетенцией, определяемой настоящим Уставом.

9.4. Генеральный директор Казгидромета без доверенности действует от имени предприятия, представляет его интересы во всех органах, распоряжается имуществом предприятия, заключает договоры, выдает доверенности, открывает банковские счета и совершает иные сделки, издает указания, обязательные для всех работников.

9.5. В пределах своей компетенции и в соответствии с трудовым законодательством Генеральный директор принимает на работу и увольняет работников Казгидромета, применяет меры поощрения и налагает взыскания на них.

9.6. Генеральный директор определяет компетенцию своих заместителей и других руководящих работников Казгидромета.

9.7. Заместители Генерального директора в пределах своей компетенции действуют от имени предприятия, представляют его в государственных органах и в других предприятиях, могут совершать хозяйственные операции и заключать договоры без доверенности, а также выдавать доверенности работникам предприятия.

9.8. Проверка деятельности Казгидромета проводится Учредителем и другими уполномоченными на то органами.

9.9. Казгидромет имеет в своем составе структурные подразделения и филиалы согласно приложению.

10. ПРЕКРАЩЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАЗГИДРОМЕТА

Реорганизация и ликвидация Казгидромета производится по решению Правительства Республики Казахстан в соответствии с действующим законодательством.

Генеральный директор
Казгидромета

А.Шамен

Приложение к Уставу
Республиканского государственного
казенного предприятия "Казгидромет"

**ПЕРЕЧЕНЬ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
КАЗГИДРОМЕТА**

1. Бюро погоды
2. Центр метеобеспечения авиации
3. Центр по гидрологии
4. Центр мониторинга природной среды
5. Республиканский фонд данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды
6. Служба средств измерений
7. Центр по ремонту и снабжению
8. Служба хозяйственного обслуживания
9. Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК)

ПЕРЕЧЕНЬ ФИЛИАЛОВ КАЗГИДРОМЕТА

1. Алматинский областной центр по гидрометеорологии (ЦГМ)
2. Акмолинский областной ЦГМ
3. Актюбинский областной ЦГМ
4. Атырауский областной ЦГМ
5. Восточно-Казахстанский областной ЦГМ
6. Жамбылский областной ЦГМ
7. Западно-Казахстанский областной ЦГМ
8. Карагандинский областной ЦГМ
9. Костанайский областной ЦГМ
10. Кызылординский областной ЦГМ
11. Мангистауский областной ЦГМ
12. Павлодарский областной ЦГМ
13. Северо-Казахстанский областной ЦГМ
14. Южно-Казахстанский областной ЦГМ

15. Авиаметцентр Алматы, в том числе авиационная метеорологическая станция гражданская (АМСГ) Бурундай
16. АМСГ Актюбинск
17. АМСГ Акмола
18. АМСГ Актау
19. АМСГ Атырау
20. АМСГ Аркалык
21. АМСГ Балхаш
22. АМСГ Жамбыл
23. АМСГ Караганда
24. АМСГ Кокшетау
25. АМСГ Костанай
26. АМСГ Кызылорда
27. АМСГ Павлодар
28. АМСГ Петропавловск
29. АМСГ Семипалатинск
30. АМСГ Талдыкорган
31. АМСГ Уральск
32. АМСГ Усть-Каменогорск
33. АМСГ Шымкент
34. Прикаспийский научно - производственный центр (ПКНПЦ), г. Атырау

УДК 551.559.339.13 (574)

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОДА ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА НА КОММЕРЧЕСКУЮ ОСНОВУ

Канд. экон. наук А.М. Шамен

Генеральный директор Казгидромета, директор Казахского
научно-исследовательского института мониторинга
окружающей среды и климата

В связи с переводом Казгидромета в статус Республиканского государственного казенного предприятия приводятся некоторые сравнения его производственно-финансовой деятельности. Основным позитивным моментом является возможность зарабатывать средства и более гибко их использовать. Негативные последствия связаны с необходимостью выплаты налоговых сборов, увеличением тарифов на коммунальные и другие услуги. Вследствие этого происходит удорожание продукции Казгидромета и, в конечном итоге, увеличение дефицита финансовых средств. Подчеркивается, что коммерциализации подлежит лишь часть системы гидрометобеспечения. Наземная система наблюдений, сбор и обработка информации должны оставаться государственными.

Постановлениями Правительства Республики Казахстан от 20.11.97 № 1622 "Об утверждении Положения о Министерстве экологии и природных ресурсов" и от 18.12.97 № 1775 "О создании Республиканского государственного казенного предприятия "Казгидромет" Агентство по гидрометеорологии и мониторингу природной среды было исключено из числа бюджетных организаций и переведено в статус государственного казенного предприятия. Основной задачей Казгидромета осталось по-прежнему своевременное и качественное обслуживание хозяйствующих субъектов и населения прогнозами погоды, предупреждениями о возникновении стихийных

гидрометеорологических явлений, а также данными о текущем и будущем состоянии природной среды [4, 5].

Перевод Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды в новую форму произошел без учета мнения специалистов, без предварительного изучения возможностей и специфики производства, вопреки всем тем доводам и обоснованиям, которые неоднократно направлялись в Правительство, Минфин, Минэкологии и другие ведомства. А причины для проявления озабоченности у руководства и специалистов Казгидромета были. Остановимся на некоторых из них.

Изменение организационно-правовой формы Гидрометслужбы в рамках Постановления РК "Об упорядочении деятельности государственных контролирующих и инспектирующих органов Республики Казахстан", подготовленного Комитетом по ценовой и антимонопольной политике, не должно было коснуться Агентства по гидрометеорологии, т.к. оно не осуществляло контролирующие и инспектирующие функции, а проводило наблюдения за состоянием окружающей природной среды, и на основе этих данных готовило информацию о фактических и ожидаемых изменениях гидрометеорологических условий и состояния природной среды.

Агентство по гидрометеорологии являлось единственным исполнительным органом государственного межотраслевого управления в Казахстане, который обеспечивал удовлетворение потребностей различных отраслей хозяйственного комплекса, обороны страны и населения о текущем и будущем состоянии природной среды и климата, о фактических и ожидаемых изменениях гидрометеорологических условий и состояния природной среды и причинах этих изменений для снижения ущерба от неблагоприятных гидрометеорологических условий, предотвращения отрицательных воздействий человеческой деятельности на окружающую среду, а также для целенаправленного преобразования природной среды в интересах общества, и несло ответственность за дальнейшее развитие порученной ему сферы управления. Программа наблюдений и работ оперативно-производственных наблюдательных пунктов Казгидромета включала в себя производство метеорологических, актинометрических, аэрологических, гидрологических, морских гидрометеорологических, агрометеорологических, озонметрических наблюдений, а также наблю-

дений за селями, лавинами и загрязнением природной среды. Постановлением о РГКП Казгидромет вроде бы сохраняет задачи, стоявшие ранее перед Национальной гидрометеорологической службой РК, но существенно отличается финансирование выполнения этих задач. Вместе с тем, в соответствии с Указом Президента Республики Казахстан, имеющим силу закона, от 9 июня 1995 г. № 2335 "О Государственном предприятии" основным назначением деятельности Госпредприятия является решения социально-экономических задач, определяемых потребностями общества и государства. На этом основании Казгидромет теряет свой статус республиканского ведомства.

До распада СССР Казгидромет являлся частью единой государственной структуры, его задачей был выпуск информации по плану, утвержденному Госкомгидрометом СССР. Под этот план выделялись необходимые ресурсы, указывались их конкретные поставщики, а также потребители продукции. Гидрометеорологическая информация, не обладая свойствами товара, являлась общественным благом, предоставляемым государством. Вопрос о финансировании Гидрометслужбы Казахстана решался с учетом ее полных затрат на выпуск необходимой планируемой информации. Задачей Гидрометслужбы было лишь правильно использовать полученные ресурсы. С распадом экономической структуры СССР и переходом под юрисдикцию республики Казахское управление было преобразовано в самостоятельную Национальную гидрометслужбу Казахстана с сохранением государственного обеспечения. Бюджетное финансирование определяло строгое разграничение расходов по статьям, а затем по спецификам бюджетной классификации. В 1997 г. Гидрометслужба Казахстана работала в качестве ведомства, находящегося на самостоятельном балансе - Агентство по гидрометеорологии. Финансирование деятельности и материально-техническое обеспечение Агентства осуществлялось за счет ассигнований, предусмотренных республиканским бюджетом.

Поскольку Гидрометслужба не является производителем материальных благ, она всегда финансировалась государством. Бюджетное финансирование служило гарантией своевременного и качественного гидрометеорологического обслуживания потребителей прогнозами погоды, предупреждениями о возникновении стихийных явлений, а также данными о текущем и будущем состоянии природной

среды. Однако растущий дефицит республиканского бюджета ежегодно, начиная с 1994 г., уменьшал размер фактического финансирования потребности Гидрометеорологической службы. Из-за этого происходило сокращение наблюдательной сети и отдельных специализированных видов наблюдений.

Гидрометслужба является дорогостоящей отраслью. Только на получение метеорологической информации Казгидромету было необходимо в 1997 году 324 млн тенге, на содержание всей наземной сети наблюдений и на получение первичной информации - 434,6 млн тенге. Первичная информация требует дальнейшей обработки, что, в свою очередь, приводит к следующим затратам по системам: 10,0 млн тенге - центрального управления; 212,0 млн тенге - материально-технического обслуживания; 14,0 млн тенге - научного изучения и методики; 1,0 млн тенге - накопления и архивации данных; 10,1 млн тенге - анализа и прогноза; 62,1 млн тенге - сбора и обработки данных. Таким образом, необходимая стоимость содержания всей системы наблюдений и выпуска продукции Казгидромета в 1997 году составляла 744 млн тенге. Кроме того, принятые и действующие в республике Законы "О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера" (статья 5) и "Об охране окружающей среды" обязывают Гидрометслужбу осуществлять государственный мониторинг природной среды и информировать население и органы управления об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций, к которым относятся как стихийные гидрометеорологические явления (снегопады, метели, ураганные ветры, засухи, сели, снежные лавины и др.), так и экстремально высокое загрязнение природной среды. Мировая практика показывает, что ни в одной стране мира аналогичные службы не содержатся за счет предпринимательской деятельности. Система мониторинга природной среды во всем мире осуществляется только под эгидой государства. Поскольку выпускаемая гидрометеорологическими службами информация является стратегической как в вопросах планирования экономики, обороны, охраны здоровья населения, так и в международных отношениях, считаем, что Гидрометеорологическая служба должна в обязательном порядке иметь дотацию из государственного бюджета.

Не следует забывать и международные обязательства. По правилам Конвенции ВМО, чтобы стать ее членом, необходимо заявле-

ние, сопровождающееся документом, подтверждающим возможность государства содержать свою метеорологическую службу. Страна-член ВМО имеет право состоять в Региональной Ассоциации в том случае, если она полностью отвечает, с технической и финансовой точек зрения, за содержание сети метеорологических и гидрологических станций, находящихся на территории [2, правило 5 Конвенции и 163 для Ассоциаций]. Принимая решение "О присоединении к Конвенции Всемирной метеорологической организации" (Постановление Верховного Совета Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года № 1791-ХІІ), Республика Казахстан приняла обязательство содержать метеорологическую службу и выполнять все требования ВМО. Напомним, что обмен данными в рамках Всемирной метеорологической информации производится безвозмездно. Подобное соглашение имеется и в рамках Межгосударственного Совета по гидрометеорологии (МСГ) для стран Содружества независимых государств.

Наши предложения и обращения в вышестоящие инстанции включали еще несколько существенных моментов. В первую очередь, это снятие с областных подразделений самостоятельности. По Закону "О Государственном предприятии", областные ЦГМ должны быть только филиалами казенного предприятия. Учитывая, что Казгидромет имел разветвленную гидрометеорологическую сеть в 14 областях с численностью работающих более 4 тыс. человек, такое положение, т.е. централизованное осуществление финансового и материального обеспечения подразделений считается нереальным. Поэтому, в нарушение Закона "О Государственном предприятии", им временно сохранена самостоятельность хозяйственной деятельности и разрешено открытие расчетных счетов. Иначе обеспечение материально-техническими средствами, расходными материалами наблюдательной сети по всей республике и утверждение движения кадров должно осуществляться в лице одного руководителя из Алматы.

В ходе оформления нового статуса предлагалось название - "Национальная компания Казгидромет", обосновывая это тем, что Республика Казахстан является членом Всемирной метеорологической организации (ВМО), которая координирует деятельность всех национальных гидрометеорологических служб мира. Кроме того, Казгидромету напрямую предстоит взаимодействие с акиматами областей, министерствами и ведомствами, различными рыночными

структурами внутри республики. Поэтому слова "национальная" отвечает требованиям ВМО, а "компания" заменяет "Службу" как рыночная категория. Мы считали необходимым также создание Комитета по окружающей среде и гидрометеорологии, где предлагалось предусмотреть содержание только малочисленного отдела гидрометеорологического обеспечения, как аппарата Комитета, штатной численностью до 10-15 единиц. При этом в системе Комитета организовать Республиканское государственное казенное предприятие "Гидрометцентр" на базе Бюро погоды и отдельных подразделений Объединенного специализированного центра. Возможен в дальнейшем перевод на самофинансирование и других подразделений, содержащихся в настоящее время за счет республиканского бюджета. Этот процесс было необходимо осуществлять постепенно с целью недопущения срывов в круглосуточном гидрометеорологическом обеспечении отраслей экономики республики.

И все-таки Агентство было снято с бюджетного финансирования и Служба была переведена на рыночные рельсы неподготовленной. По нашему мнению, предварительно должны были быть проанализированы рынки сбыта гидрометеорологической продукции и покупательская способность на эту продукцию. Доходы от реализации гидрометеорологической продукции составляли в предыдущие годы всего 8-10 % объема реального бюджетного финансирования Службы. Свободный доступ в Интернет и извлечение из него прогностической метеорологической информации, а также получение по каналам связи продукции о наблюдаемой и прогностической метеоинформации на территории республики из стран СНГ значительно осложняет переход на коммерциализацию отрасли. Тогда как соглашения с ВМО, национальными гидрометслужбами СНГ обязывают Казгидромет безвозмездно обмениваться данными наблюдений. Были и другие сложные и нерешенные проблемы.

Финансовые ресурсы Казгидромета могут формироваться за счет поступления от коммерческой и иной деятельности, капитальных вложений и дотаций (субсидий) из государственного бюджета, безвозмездных взносов организаций и предприятий, кредитов банков и других источников поступления, не противоречащих законодательству Республики Казахстан. Основным документом, определяющим взаимоотношения с организациями и предприятиями

(потребителями и поставщиками), является хозяйственный договор и договор на поставки.

В соответствии с Указом Президента РК, имеющим силу закона, от 19 июня 1995 г. № 2335 "О Государственном предприятии" финансирование деятельности казенного предприятия осуществляется за счет собственного дохода по смете. В случае нехватки у предприятия собственных доходов для покрытия его расходов недостающие средства выделяются из соответствующего бюджета. Содержание сети Гидрометслужбы планируется за счет средств, поступающих по договорам от реализации продукции, местных бюджетов, Республиканского фонда охраны природы и субсидий, выделяемых Министерством финансов.

В 1998 г. Гидрометслужба в качестве государственного предприятия должна оплачивать следующие налоги и платежи, от которых бюджетные организации освобождены:

- налог на имущество (1 % основных производственных и производственных фондов) ;
- земельный налог (фиксированный платеж за 1 м² земельной площади) ;
- налог на транспортные средства (8 % месячного расчетного показателя с каждого киловатта мощности на легковой автомобильный транспорт и 4 % - для грузового автотранспорта, морского и речного транспорта) ;
- отчисления в дорожный фонд (0,5 % средств от реализации продукции, выполненных работ и предоставленных услуг, с 1 июля 1998 г. - 0,1 % совокупного годового дохода, т.е. без субсидий из государственного бюджета) ;
- налог на добавленную стоимость (20 % суммы оборота по реализации товаров, работ, услуг) ;
- услуги банка (в соответствии с установленными тарифами комиссионного вознаграждения банка по основным видам услуг) ;
- оплаты за работу по отводу и закреплению земельных участков за гидрометеорологическими наблюдательными пунктами ;
- расходы на приобретение лицензий за использование радиочастот, на транспортные перевозки, на ремонт и поверку оборудования ;
- на 1 % увеличивается отчисление в фонд содействия занятости ;
- выросли расходы на таможенную пошлину и досмотр.

Таким образом, существование Гидрометеорологической службы в условиях коммерческой деятельности, по сравнению с бюджетным содержанием на выполнение только метеорологического мониторинга, приводит к удорожанию ее содержания на 140 млн тенге или на 23 %. Возникли трудности с изысканием дополнительных средств, когда при подсчете земельного налога запрошены с каждого областного подразделения суммы в размере более 300 тыс. тенге за отвод земельных участков метеостанций, гидропостов и других наблюдательных пунктов. Проведение этой работы земельными комитетами было ранее запланировано бесплатно, как для бюджетной организации. Бюджетное финансирование Министерством до Казгидромета в 1998 году доводится как субсидия (финансовая помощь) без НДС, а госзаказ - это услуги, оказываемые Казгидрометом по обслуживанию госорганов по Перечню, утвержденному Правительством. Возникают трудности при составлении акта выполненных работ. От НДС гидрометеорологические работы не освобождены, однако платежными документами бюджетное финансирование направляется без НДС.

Переход на новую форму хозяйствования Гидрометслужбы, имеет некоторые положительные моменты. Так например, появилась возможность зарабатывать средства и более гибко распределять их на проведение отдельных видов работ и наблюдений, на приобретение приборов и оборудования в зависимости от степени важности, нет привязки к спецификам бюджетной классификации, что, в итоге, позволяет направлять средства на самое необходимое в текущий момент. Но в то же время, обязательный для выполнения "Перечень организаций и объем гидрометеорологической информации, предоставляемый Казгидрометом за счет выделенных бюджетных ассигнований в 1998 году" делает практически невозможным свободное развитие рыночных отношений, так как охватывает потенциальных покупателей гидрометинформации и создает условия для бесконтрольного вторичного обмена продукцией Службы между потребителями. Например, в настоящее время только 5 % необходимых средств Бюро погоды зарабатывает реализацией метеопродукции на коммерческой основе.

В качестве позитивных моментов при переходе Казгидромета на новую форму хозяйствования, следует отметить и проведенную им оптимизацию производственной деятельности. Оптимизация прово-

дилась с целью сохранения Гидрометслужбы как единой системы, обеспечивающей выполнение своих функций и задач в полном объеме и особенно в части, касающейся прогнозирования и доведения до потребителей предупреждений об опасных и стихийных гидрометеорологических явлениях. При этом учитывалась необходимость максимально возможного сокращения затрат на производство гидрометеорологических наблюдений и работ, а также составление гидрометеорологических прогнозов.

Для сокращения расходов на передачу оперативной гидрометинформации в адрес Бюро погоды и областных прогностических центров, был переработан Сводный план подачи информации гидрометеорологическими станциями и постами Казгидромета. При этом из плана были исключены случаи подачи однотипной информации в адрес областных ЦГМ и Бюро погоды, сокращены периоды ежедневной и декадной агрометеорологической информации, сокращено на 30 % по согласованию с областными центрами, количество групп по коду ГМБ, уточнен перечень штормовых явлений и их критерии, что позволило сократить количество передаваемых штормовых телеграмм. Пересмотрено число наблюдательных станций, в результате чего с 01.04.98 закрыты ранее законсервированные Бетпақдала, Жытыжол, Карабулак, Каркаралинск, свх Озерный, Байиркум и Пахтаарал. Все гидрологические работы и наблюдения за загрязнением природной среды переведены на коммерческую основу. Из числа высвобожденных сотрудников созданы ТОО "Гидропрогноз", "Экологический мониторинг и аудит" и другие.

В плане дальнейшей оптимизации рассматривается вопрос о реорганизации системы сбора, передачи и обработки информации, в частности, проблема с каналами связи. По итогам проведенного анализа установлено, что Казгидромет не может отказаться от аренды каналов связи и закрытия синоптических групп в областных центрах. Отказ от каналов связи ставит под угрозу возможность составления прогнозов и предупреждений о возникновении опасных и стихийных гидрометеорологических явлений. К тому же, прогнозы, составленные в областных центрах, имеют более высокую оправдываемость, так как учитывают местные физико-географические условия. Для оптимизации системы сбора информации идет апробация использования нового для Службы вида связи по типу "электронная почта".

Проведена структурная реорганизация подразделений Службы. Так, например, в Казгидромете централизация финансовой и кадровой службы, реорганизация службы хозяйственного обеспечения, произошедшая в Алматинском регионе, позволила сэкономить только на оплате труда 407 тыс. тенге в год. В областных центрах по гидрометеорологии в результате сокращения управленческого персонала и снятия с бюджетного финансирования 31 должности такая экономия составила 1,4 млн тенге в год. Типовой штат аэрологической станции с 1 апреля 1998 г. пересмотрен и сокращен с 10 до 8,5 единиц. В связи с отключением двух машин ЕС-1035 и прекращением работы на них с 1.05.98 годовая экономия составит 1216,6 тыс. тенге. В КазНИИМОСК количество научных подразделений сократилось с 9 до 3, а численность работающих уменьшилась на 29 человек.

Вопрос оптимизации оперативной деятельности является актуальным и для Центра метеобеспечения авиации. Метеорологическое обеспечение полетов в Казахстане осуществляется на хозяйственном расчете на основе договоров, заключенных с авиакомпаниями, авиапредприятиями и другими подразделениями гражданской авиации. Главным тормозом в работе АМСГ стала слабая платежеспособность потребителей.

Одним из путей оптимизации хозяйственной деятельности АМСГ является упорядочение численности штатов в соответствии с объемом и режимом работы. В 1997 году в связи с уменьшением числа самолето-вылетов и переходом ряда АМСГ только на дневную работу было сокращено по авиаметеорологической сети 120 человек. В дальнейшем для осуществления более эффективной деятельности АМСГ предполагается усилить контроль за своевременным получением оплаты за метеобеспечение авиации, максимально используя все рычаги воздействия на потребителей, вплоть до прекращения метеобеспечения.

В целях экономии средств проведено вынужденное сокращение оперативной передачи информации с сети наблюдений. Для этого наблюдательная сеть с 8-срочной подачи оперативной синоптической информации в адрес Бюро погоды была переведена с 1 апреля 1998 г. на 4-срочную, в связи с чем объем передаваемой информации для прогностических целей уменьшился вдвое. Экономия за 9 месяцев 1998 г. составила около 8 млн тенге.

С точки зрения экономии финансов предложенные меры носят позитивный характер. Однако при более углубленном анализе видно, что это приведет только к разовой экономии средств, а в дальнейшем проявятся негативные стороны: сокращений сроков наблюдений снизит информативность, что вызовет ухудшение качества прогнозов, следовательно, снизит покупательский спрос на гидромет-продукцию.

Например, сокращение объемов информации по югу Казахстана и с территориях среднеазиатских государств. (Таджикистан и др.), привело к таким трудностям, что прогнозистам стало сложно, а иногда и вовсе невозможно предсказать образование и рассчитать траекторию выходов южных циклонов. Внезапный "выход" некоторых из них приводит к созданию чрезвычайных ситуаций (Восточный Казахстан, апрель 1998 г.).

Казахстан, являясь членом ВМО, должен выполнять все требования, предъявляемые ВМО к странам-членам, входящим в ее состав. Одним из этих требований является наличие в стране Системы наблюдений, которая должна быть организована как часть Всемирной службы наблюдений в рамках Всемирной службы погоды вместе с Системой обработки данных и Системой телесвязи и осуществляется совместно с международными программами. При этом имеется в виду, что Система наблюдений должна проводиться в соответствии со следующими основными принципами:

- ответственность за всю деятельность, связанную с осуществлением Системы наблюдений на территориях отдельных стран, возлагается на сами же страны, и эта деятельность должна финансироваться из национальных ресурсов;

- организацию Системы наблюдений на территории развивающихся стран следует основывать на принципе использования национальных ресурсов, но, в случае необходимости и при соответствующем запросе, помощь частично может быть оказана различными международными организациями.

Далее, во внимание должны приниматься нормативные документы ВМО (Исполнительный Совет, сорок девятая сессия), где указано, что руководящими положениями национальных гидрометслужб стран-членов ВМО, в том числе и Казахстана, должны являться:

- предоставление метеорологического и связанного с ним об-

служивания для обеспечения безопасности и благополучия общества в целом;

- обеспечение сбора и обмена метеорологическими и связанными с ними данными и продукцией, в отношении которых страны дали обязательства в рамках различных международных конвенций по окружающей среде (Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Конвенции по опустыниванию и других);

- поддержание национальной экономической безопасности и безопасности людей, а также предоставление необходимой информации для устойчивого развития нации;

- поддержание научных исследований окружающей среды и развития соответствующих применений;

- поддержание целостности и непрерывности долговременных рядов национальных климатических данных.

В соответствии с международной практикой основная инфраструктура гидрометеорологического обслуживания должна обеспечиваться государством.

Процесс реформирования Гидрометслужбы ставит под угрозу выполнение Казахстаном своих обязательств перед ВМО, касающихся, в первую очередь, достоверности гидрометданных. В связи с отсутствием достаточных средств на содержание сети, ремонт устаревшей техники, поверку приборов, техническое переоснащение, создание условий работникам и других мероприятий снижается достоверность результатов гидрометеорологических наблюдений, проводимых в Казахстане. В связи с чем возникает вопрос: каким образом будет обеспечиваться выполнение функций, связанных с членством Казахстана во Всемирной метеорологической организации при финансировании, обеспечивающем только 60 % необходимого объема для поддержания работы метеорологической сети?

В качестве негативных последствий, связанных с преобразованием Казгидромета, следует отметить проблемы финансового и производственного характера, которые значительно усложнили деятельность Службы при переходе на новые условия работы. Как показывают экономические расчеты, средств, предусмотренных в республиканском бюджете в сумме 310,5 млн тенге недостаточно даже на обеспечение метеорологического мониторинга (дефицит составляет более 200 млн тенге без НДС). В связи с этим в производственной деятель-

ности Казгидромета уже отмечаются потери, так как с февраля 1998 года частично прекращена деятельность по

- гидрологическому обеспечению хозяйственного комплекса;
- агрометеорологическому прогнозированию;
- наблюдениям за загрязнением природной среды;
- прогнозированию селей и снеголавинной опасности;
- международным обязательствам;
- подготовке режимно-справочной информации;
- научно-исследовательской тематике.

Эти виды работ не обеспечены финансированием по государственному заказу. Нет средств на содержание методистов-гидрологов и агрометеорологов, синоптиков в областных ЦГМ, техников связи по приему спутниковой информации, обслуживающего персонала, на содержание метеорологических станций, не привлеченных к глобальному обмену информацией, а также труднодоступных метеостанций.

Проводить все вышеперечисленные наблюдения и работы очень важно. К примеру, Республика Казахстан, расположена в зоне недостаточного увлажнения, вследствие чего постоянно испытывала нехватку воды. Поэтому всегда актуальным был вопрос о необходимости тщательного учета всех водных ресурсов. Верховный Совет Республики Казахстан Постановлением от 31 марта 1993 года ввел в действие Водный кодекс РК, согласно которому государственный учет вод и ведение государственного водного кадастра (ГВК) должно осуществляться за счет республиканского бюджета. Ведение государственного водного кадастра всегда было функцией Казгидромета и проводилось за счет средств бюджета. На основе оперативных данных с гидрологических постов и метеорологических станций, а также материалов ГВК составляются прогнозы режима водных объектов республики. Важность этих прогнозов колоссальна, так как без прогноза объема половодья рек равнинной части территории республики невозможно проводить мероприятия по наполнению водохранилищ Центрального Казахстана.

Коммерциализация Казгидромета может привести к потере отдельных функций гидрологической службы, что, в свою очередь, приведет к

- невозможности ведения ГВК, заказчиком которого является государство;

- невозможности проведения вододеления между Казахстаном и соседними республиками, этот вопрос очень важен, так как около половины стока рек поступает в республику из-за границы;

- нарушению системы экологического мониторинга поверхностных вод, которая не может функционировать без материалов гидрологического мониторинга;

- разрушению системы предупреждения возникновения стихийных гидрологических явлений, таких, как опасно высокое половодье, паводки, сели, снежные лавины;

- нарушению нормального функционирования многих отраслей хозяйственного комплекса республики, которые используют в своей работе текущую и прогнозную гидрологическую информацию.

Другой немаловажной проблемой является агрометеорологическое обслуживание сельскохозяйственных организаций и Правительства Казахстана различными видами агрометеорологических прогнозов, консультаций, справок и так далее. До настоящего времени в Казгидромете составлялись прогнозы урожайности и валового сбора по зерновым культурам, хлопчатнику, сеянным многолетним травам. Во многих странах мира (Канада, США, Индия, Япония, Германия) наиболее экономически важными являются прогнозы урожая зерна, вследствие того, что ему отводится главная роль в мировых запасах и оно представляет важное экономическое значение в международной торговле. В мировой практике торговые сделки заключаются только при наличии прогноза урожая как по всем зернопроизводящим государствам в целом, так и по каждому из них в отдельности. Таким образом, агрометеорологическая информация имеет важное стратегическое значение для экономики Казахстана, так как используется для принятия многих кардинальных решений в сельском хозяйстве. Зная прогноз созревания, можно заранее определить и предупредить хозяйства о сроках и условиях начала уборки различных сельхозкультур, сохранить урожай, заблаговременно подготовить необходимую технику. Отсутствие агрометеорологического обслуживания и обеспечения прогностической информацией пастбищного животноводства повлечет за собой выпадение из травостоя, за счет перевыпаса, ценных в кормовом отношении видов растительности, снижение урожайности и, как следствие, - деградацию пастбищ, усиление процессов опустынивания территории Казахстана.

Под вопросом остается и проведение мониторинга загрязнения природной среды. Своевременная и достоверная информация о ее состоянии является основой для выработки и принятия органами государственного управления оптимальных решений в области охраны природы и создания экологической безопасности окружающей среды. Известно, что во многих городах и населенных пунктах республики расположены промышленные предприятия, применяющие в своем технологическом цикле ядовитые и сильнодействующие химические вещества, кроме того в республике действуют ядерные реакторы. Сеть мониторинга за загрязнением природной среды позволяла выявлять и прогнозировать зоны распространения ядовитых и сильнодействующих химических веществ в атмосферном воздухе и поверхностных водах при авариях на производстве. В новых условиях Служба не сможет обеспечить предоставление информации о высоком уровне загрязнения природной среды и своевременность предупреждения государственных органов в случае возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

В последние годы из-за недостаточного финансирования Гидрометслужбы Казахстана резко сокращены объемы научных исследований в области физико-статистических и синоптических методов долгосрочного прогноза погоды, методов краткосрочных прогнозов погоды, а также в области разработки и совершенствования методов стихийных метеорологических явлений, хотя все понимают важность данной проблемы. Не финансируются разработки или адаптация численных схем прогноза для территории Казахстана и многих других важных гидрометеорологических проблем. Конечным результатом этого явится снижение эффективности предупреждений о СГЯ и понижение оправдываемости прогнозов, что опять же скажется на рынке сбыта.

Стоит отметить и следующие негативные последствия, усложняющие деятельность Казгидромета в новых условиях. До 1 января 1998 года Казгидромет получал от Правительства и других министерств и ведомств законодательные, нормативные и других регламентирующие документы, касающиеся деятельности Службы. В настоящее время Казгидромет исключен из такого списка рассылки, что создает определенные трудности, приходится тратить время в поисках указанных актов для руководства в своей деятельности.

Финансирование в полном объеме должно обеспечивать устойчивую работу предприятия и его развитие [3, 7, 8]. На производственную деятельность Гидрометслужбы, как было сказано, требуется 744 млн тенге. Дотация из республиканского бюджета в виде государственного заказа 310,5 млн тенге частично покрывает лишь затраты на содержание метеорологической сети Казгидромета. Составление и выпуск информации, от процесса ее передачи до выпуска, с уплатой всех налогов и отчислений государственного предприятия, должны совершаться Казгидрометом на основе самофинансирования.

Гидрометслужба - узкопрофильное предприятие. Единственная продукция, которую она может выпускать для потребителя - гидрометинформация. В 1998 году методом полных затрат, исходя из издержек производства, просчитаны цены на гидрометинформацию Казгидромета. При условии продажи всей номенклатуры продукции по ценам прейскуранта Казгидромет полностью покрывает свои расходы и имеет возможность развития производства. Продажа всей выпускаемой продукции позволила бы Казгидромету сохранять финансовую устойчивость и обеспечила ему платежеспособность. Однако отличительная особенность работы Гидрометслужбы состоит в том, что основная дорогостоящая часть ее продукции важная для мероприятий исключительно государственного масштаба и на современном этапе развития не может иметь другого потребителя, кроме государства.

Переориентация Гидрометслужбы в условиях рыночных отношений должна происходить постепенно, а не резкой сменой типа предприятия (в том числе способов финансирования), как это произошло с Казгидрометом. Образование нового предприятия должно учитывать следующие факторы: спрос на продукцию; ресурсы, необходимые для организации производства продукции; уровень развития науки и техники. Финансирование предприятия должно соответствовать существованию и образованию финансовых ресурсов, источниками которых могут являться прибыль, выручка от реализации пассивов, целевые поступления [6]. Продукция Гидрометслужбы уникальна, что обуславливает существование и сохранение спроса на рынке услуг. Несмотря на то, что по ряду причин этот спрос ниже потенциально возможного, перспективы предпринимательской деятельности Гидрометслужбы реально существуют. Подтверждением этому служит

сравнение объемов продаж гидрометпродукции за последние годы и рост доходов от коммерческой деятельности.

Что касается ресурсов, то, не имея собственных резервных фондов, как бюджетное предприятие в прошлом, Казгидромет не может создать их самостоятельно в короткое время сейчас. Спонсоров у Гидрометслужбы нет и по достаточно объективной причине: сокращение и экономический спад крупных природоёмких отраслей экономики, традиционных потребителей гидрометинформации, которым было бы выгодно оказать финансовую помощь Гидрометслужбе. Привлечение долгосрочных кредитов в условиях прогрессирующей инфляции и общего спада экономики в нестабильно развивающемся производстве, каким является Казгидромет, маловероятно. Краткосрочные кредиты лишь усугубят проблему, так как для обеспечения своевременного возвращения кредитов придется брать дополнительные кредиты и из-за процентных платежей кредитные обязательства будут расти. Единственным источником финансовых ресурсов остается прибыль от реализации гидрометинформации. На формирование прибыли любого предприятия оказывают влияние внешние и внутренние факторы [1, 3, 6, 7]. Внешние факторы, влияющие на прибыль, в частности налоги, не начисляемые для бюджетных организаций, которые Казгидромет вынужден платить, ухудшают его финансовое положение.

Рассмотрим внутренние факторы, определяющие размер прибыли предприятия. Наряду с совершенствованием организации труда, более эффективным использованием средств - проблемами, решаемыми Гидрометслужбой на сегодняшний день, состояние основных фондов остается главной проблемой ее деятельности. Средства труда Гидрометслужбы морально и физически устарели. Фактически 80 % основных фондов имеет почти полный износ. Это вызывает значительные качественные и количественные потери информации при ее получении и обработке. Морально устаревшее оборудование не позволяет Казгидромету заметно и планомерно улучшать качество информации, снижая конкурентоспособность его продукции в условиях рынка. Спецификой Казгидромета является объемность и высокая стоимость его наблюдательной сети, поэтому без ее налаженной работы невозможен выпуск гидрометпродукции. Единичная замена оборудования в условиях взаимосвязанного технологического процесса

работы не решит проблему. А дальнейшее сокращение сети или количества наблюдений приведет к недостатку данных для общего их анализа и качественного составления прогноза. Только на покупку необходимого для бесперебойной работы оборудования метеорологической сети наблюдений, не считая расходов на содержание, Казгидромету уже сейчас требуется 35 млн тенге, а на замену всего изношенного оборудования метеорологической сети - 262,9 млн тенге. Учитывая, что Казгидромет как государственное предприятие стал производить отчисление в амортизационный фонд лишь с 1 января 1998 года, вся требуемая сумма должна быть обеспечена за счет собственных доходов Службы. Гидрометслужба, не покрывая расходы на производство, не в состоянии на сегодняшний день вкладывать средства в замену основных фондов. На накопление амортизационных фондов, а норма амортизации основных фондов Гидрометслужбы в среднем составляет 10 % стоимости, потребуется около 10 лет. Необходимость закупки дорогостоящих партий сырья и материалов, оплата услуг связи, других текущих выплат для функционирования отрасли и, вместе с этим, низкая платежеспособность потребителей, несвоевременное поступление дотаций государства стало причиной неплатежеспособности и финансовой неустойчивости Гидрометслужбы на сегодняшний день. Можно говорить, что Гидрометслужба в настоящий период не имеет необходимых ресурсов для функционирования в новых условиях. Однако достаточное и своевременное финансирование наземной системы наблюдений, получения и передачи информации с учетом материалов и оборудования обеспечило бы сохранение и развитие системы гидрометобеспечения.

Финансирование научно-исследовательских работ в области гидрометеорологии требует отдельной оценки. Предпринимательская деятельность предусматривает проведение прикладных, необходимых для производства научных исследований из фонда накопления предприятия. Работы КазНИИМОСК в большинстве своем фундаментальные и рассчитаны на перспективу развития гидрометеорологии. Это единственные в Казахстане институт, подробно занимающийся проблемами изменения климата, систематизирующий и созряющий многолетние данные, и именно государство должно быть заинтересованно в продолжении этих работ. Казгидромет может взять на себя финансирование части разработок Института, касающихся непо-

средственно методов прогнозирования, и впоследствии, с развитием коммерческой деятельности Казгидромета, эта доля будет возрастать. Государственная дотация на настоящем этапе является необходимой составной частью финансирования и научных исследований Гидрометслужбы.

Вместе с этим, жесткий контроль распределения и ограниченность средств без права оказания платных услуг не предоставляет условий для развития потенциальных возможностей Гидрометслужбы: локализирует сферу деятельности, не представляет стимула для поиска новых потребителей и совершенствования выпускаемой информации. В условиях перехода к рынку, когда предпринимательство должно становиться не способом выживания, а мерой стабилизации экономики страны, коммерциализация Гидрометслужбы, той ее части, которая относится к специализированной информации для конкретных потребителей, является логичной и обоснованной. А увеличивающийся дефицит бюджета лишь ускоряет этот процесс.

Подводя итоги, следует отметить, что в общем уровень доходов Казгидромета от коммерческой деятельности в условиях развивающегося рынка несомненно возрастет.

Нашими насущными задачами по-прежнему являются следующие:

- постоянное проведение работ по оптимизации структуры, снижению себестоимости гидрометпродукции за счет уменьшения издержек, повышению ее качества. В условиях рынка выживает тот, кто производит лучший и более дешевый товар;

- обоснованное ведение маркетинговых исследований по сегментации рынка потребителей, используя приоритетность специализированного обслуживания и рекламу, а также принципы ценообразования на гидрометпродукцию;

- учиться жить в условиях рынка, изучать экономические науки, используя их рекомендации на практике, учитывать свой опыт и опыт других НГМС.

Выполнению поставленных задач будет способствовать гарантированный уровень государственного заказа на выполнение оперативно-производственной деятельности Казгидромета. Коммерциализации может подлежать лишь часть системы гидрометобеспечения, а ее основная база - наземная система сбора и обработки информации -

должна находиться в государственном управлении и быть объектом его регулирования в условиях рыночных отношений. Ни одна коммерческая структура не в состоянии содержать дорогостоящую систему наземных наблюдений.

Полная коммерциализация системы гидрометобеспечения не допустима еще и потому, что, во-первых, Казахстан несет ответственность перед мировым сообществом за предоставление метеорологической и климатической информации, прогнозов и предупреждений о стихийных и опасных гидрометеорологических явлениях, обеспечивает работу национальной сети метеорологических наблюдений, которая является частью глобальной сети наблюдений за погодой и климатом. В мире нет ни одного государства-члена ВМО, в котором эта служба содержалась бы полностью за счет коммерческой деятельности.

Во-вторых, деятельность Гидрометслужбы в форме коммерческой структуры может вызвать ряд негативных последствий, связанных с потерей информации, а в основном с тем, что могут сложиться условия, когда дорогостоящая Гидрометслужба окажется банкротом из-за неплатежеспособности, а это приведет вообще к гибели всей гидрометеорологической отрасли. Экономические последствия этого для государства, думается, раскрывать не нужно, они понятны всем. Также понимая, что сложившиеся экономические трудности в республике не позволяют сохранить финансирование Гидрометслужбы только из республиканского бюджета, да и практика показывает, что такая система финансирования в настоящее время не предоставляет условий для развития потенциальных возможностей Службы, предлагается функционирование Казгидромета осуществлять в виде комбинированной формы структуры (рис.). В такой форме содержание сети наблюдений возможно из различных источников. При этом сеть подразделяется на базовую, содержащуюся за счет республиканского бюджета, региональную, содержащуюся за счет местного бюджета (областного, районного и т.д.) и вспомогательную сеть, организованную различными заинтересованными ведомствами. Верхние уровни данной структуры Казгидромета (самостоятельного ведомства, либо находящегося в ведении министерств и др.), имеют в подчинении помимо центров по гидрометеорологии, также республиканские органы типа государственных предприятий.

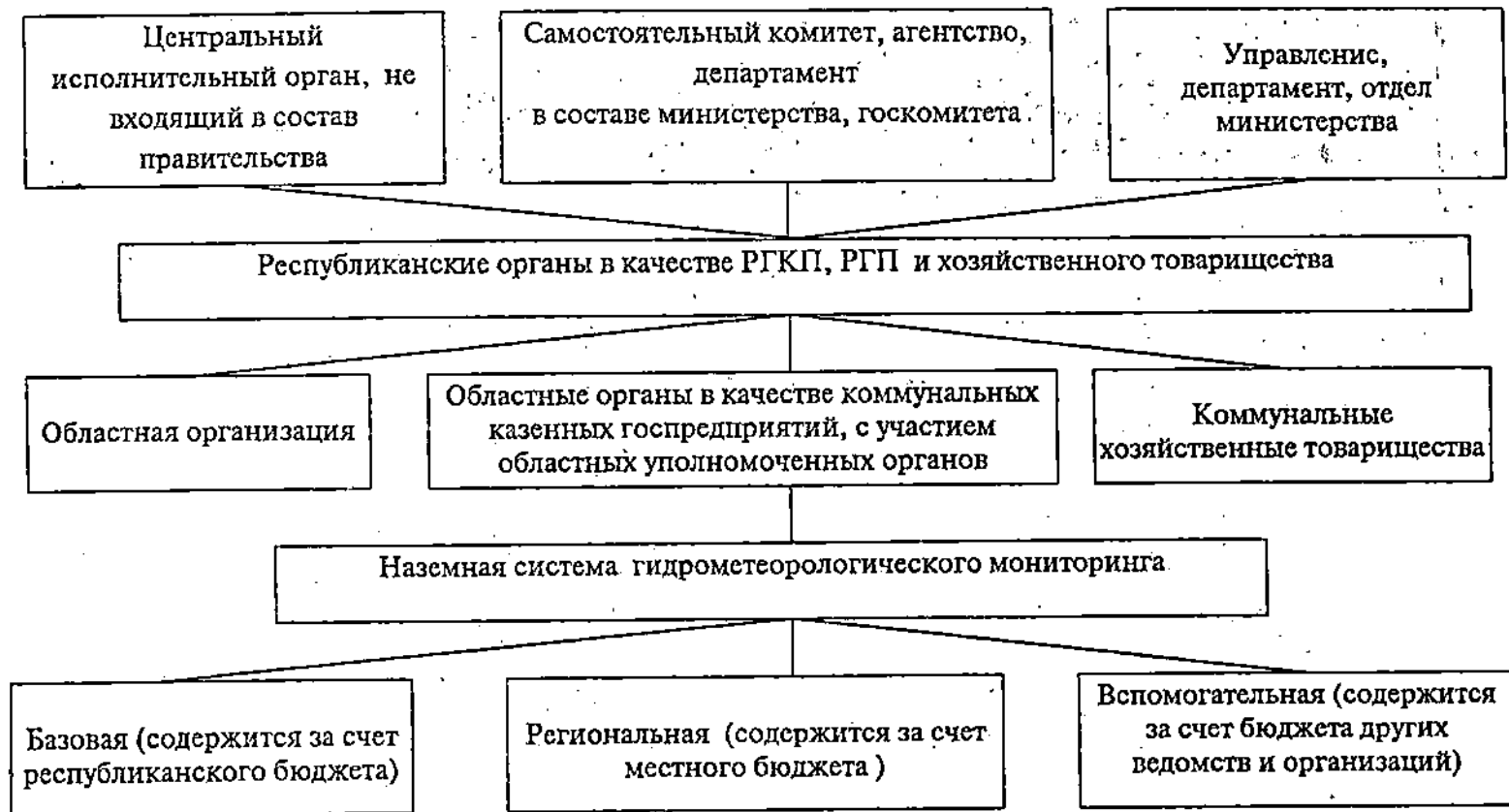


Рис. Комбинированная форма Национальной гидрометеорологической службы Казахстана

Современная структура Гидрометслужбы Казахстана содержит в себе элементы комбинированной формы, за исключением основного - утрата ведомственности и гарантированного финансирования из государственных дотаций базовой наблюдательной сети. Для оптимального функционирования Казгидромета в этой форме по предварительным расчетам потребуется 843 млн тенге в год.

Отметим еще один очень важный аспект. Любая форма деятельности предполагает наличие законодательной базы, регулирующей межотраслевые взаимодействия [9]. По мнению известного немецкого экономиста Г. Шмалена, "рыночная экономика нуждается в сильном государстве, которое разрабатывает правовые основы экономического развития и обеспечивает практическую реализацию" [6, с. 7]. Нужен "Закон о гидрометеорологической деятельности", который регламентировал бы работу НГМС и других структур с потребителями в условиях рыночной экономики. В этом законе должны быть отрегулированы взаимоотношения государственных и коммерческих гидрометеорологических предприятий, разграничены функциональные обязанности, ответственность за подтверждение прогнозов, вопросы конкуренции и защиты гидрометинформации от несанкционированного доступа, особенно при вторичном ее использовании потребителями. Существующий "Перечень" необходимо доработать положениями о порядке использования информации с указанием процедур и условий по обеспечению доступа пользователей этими данными.

Кроме того, при создании коммерческих организаций, деятельность которых связана с гидрометобеспечением, необходимо восстановить работы по проведению соответствующих экспертиз. Предлагается также на уровне Правительства принять решение о лицензировании гидрометеорологической деятельности, с передачей полномочий по проведению лицензионной работы и контроля деятельности коммерческих гидрометеорологических организаций Национальной гидрометеорологической службе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котлер Ф. Основы маркетинга. - М.: Прогресс, 1990. - 736 с.

2. Сборник основных документов № 1. - Женева, 1991. - 220 с. (ВМО-№ 15).
3. Хоскинг А. Курс предпринимательства. - М.: Мсждунар. отноше-ния, 1993. - 352 с.
4. Шамен А.М. Вопросы управления и организации Гидрометслужбы Казахстана // Гидрометеорология и экология. - 1997. - № 4. - С. 7-23.
5. Шамен А.М. Управление и экономическая эффективность гидро-метобеспечения Казахстана. - Алматы: Гылым, 1997. - 466 с.
6. Шмален Г. Основы и проблемы экономики предприятия. - М.: Фи-нансы и статистика, 1996. - 512 с.
7. Экономика и бизнес (теория и практика предпринимательст-ва) / Под ред. В.Д. Камаева. - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1993. - 464 с.
8. Shamen A.M. Strengthening the role and status of National Hydro- meteorological Service of Kazakstan // Proceedings of the Second Technical Conference on Managment of Meteorological / Hydro- meteorological Services in Reginal Association II (Asia). Macao, 4 - 8 November, 1997. - Geneva, 1998. - P. 62-63. - (WMO/TD - № 899).
9. Shamen A.M. Correlation between meteorological policy and law/ legislations // Proceedings of the Second Technical Conference on Managment of Meteorological/Hydrometeorological Services in Reginal Association II (Asia). Macao, 4-8 November, 1997. - Geneva, 1998. - P. 183-184. - (WMO/TD - № 899).

ҚАЗАҚСТАН ГИДРОМЕТҚЫЗМЕТІНІҢ КОММЕРЦИЯЛЫҚ НЕГІЗГЕ АУЫСУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

Экон. ғ. канд. А.М. Шәмен

Қазгидрометтің Бас директоры,
Қазақтың қоршаған орта мониторингісі және
климат ғылыми-зерттеу институтының директоры

Қазгидрометтің Республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорын статусына ауысуына байланысты оның кейбір өндірістік-қаржы қызметтерін салыстыру жұмыстары жүргізілуде. Оның негізгі позитивтік жағы қаржы табу мүмкіндігі және оларды ұтымды түрде пайдалану болып табылады. Негативті зардаптар салық алымын төлеу қажеттілігінен, коммуналдық және басқа да қызмет көрсету тарифтерінің есуіне байланысты туындап отыр. Соның салдары Қазгидромет өнімдерінің қымбаттауына және де, нәтижесінде қаржы қаражаты тапшылығының артуына әкеліп соғады. Коммерциялану тек гидрометпен камту жүйесінің бір бөлігіне ғана қолданылатынын атап өту керек. Жер үстіндегі бақылау жүйесі, ақпарат мәліметтерін жинау және өңдеу мемлекеттік болып қалуы тиіс.

УДК 551.509.322(574)

**О ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ШТОРМООБРАЗУЮЩЕЙ
СИНОПТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА СЕВЕРНОМ КАСПИИ**

Канд. геогр. наук М. А. Муратов
Т. П. Строева
Р. М. Ишмухаметов
Е. Н. Затылкин

Рассматриваются варианты синоптических ситуаций, формирующих ветровую штормовую зону в Северном Каспии. Описывается содержание и принцип функционирования модели прогноза штормовой ситуации.

В ранее опубликованных работах [1,5] приведены результаты изучения климатических особенностей, а также дан общий синоптический анализ условий возникновения сильного ветра, способствующего формированию нагонных явлений в северной части Каспийского моря. Были выделены группы синоптических ситуаций со сходными морфологическими признаками на временных интервалах от 1 до 5 суток. Повторяемость этих типовых ситуаций стала одной из характеристик ветрового режима штормообразования применительно к каспийскому бассейну.

Однако для некоторых из установленных типов, был необходим более подробный анализ изменения ситуации внутри характерного временного интервала ее становления. Детальное исследование поведения барических объектов, формирующих отличительные особенности типа, позволило выделить фазы развития ситуации, имеющие самостоятельную значимость. Так, в группе циклонических вторжений Ц2, Ц3, Ц4 и даже Ц5 [3] заключительным этапом (наиболее важным для штормообразования на Каспии) является притормаживание или регенерация циклонического объекта и его углубление в районе между Южным Уралом и дельтой реки Волги. Север Каспия подпада-

ет под воздействие южной и юго-западной частей циклона, где горизонтальные барические градиенты у земли и фронтальная деятельность хорошо выражены. Целесообразно было выделить такие случаи в отдельный синоптический тип штормообразующей ситуации (символьное обозначение - STK). Тем более, что по генезису подобные ситуации могут оцениваться и как нефронтальные мезомасштабные вихри [2], штормовые характеристики которых всегда хорошо выражены. В самостоятельный тип также была выделена разновидность ситуации стационарирования Сибирского антициклона, когда вторичный отдельный центр повышенного давления отмечался несколько западнее Южного Урала (символьное обозначение - AZ).

В процессе синоптического моделирования развития ситуации, приводящей к возникновению больших горизонтальных градиентов приземного давления, устойчиво ориентированных и продолжительных в районе Северного Каспия, стала очевидной необходимость учета возможности одновременного проявления различных сочетаний типовых ситуационных воздействий. Например, довольно часто повышенные градиенты давления создаются, когда одновременно со смещающимся на Каспий циклоническим объектом происходит перемещение с запада и северо-запада антициклональных ядер через срединную (АЦ12) и южную (АЦ13) части Каспия. Аналогичная картина может наблюдаться и для группы малоподвижных циклонических объектов (Ц9 и STK). Поэтому, при разработке модели прогноза возникновения ветровой штормовой зоны на Каспии, был создан алгоритм селекции ситуационных воздействий с целью выявления доминирующего. Для некоторых случаев в алгоритме был предусмотрен режим конструирования ситуации путем синтеза его синоптически непротиворечивых элементов (образов).

Отдельным этапом исследования стала отработка синоптической модели идентификации штормовой ситуации. Для этого был произведен временной анализ полей приземного давления (P_0) и геопотенциальной высоты поверхности 500 гПа (H500) в исследуемом регионе (в узлах сеточной области 35 - 75 °с.ш., 20 - 120 ° в.д., с пространственным шагом 5×10^0 ; временной шаг - 24 часа), а также приземных карт погоды для района Северного Каспия (шаг по времени 3 часа; данные метеостанций Ганюшкино, Забурунье, Атырау, Кульсары, Опорная, Кызан, Форт-Шевченко). По результатам анализа полу-

чено эмпирическое подтверждение причинной связи: увеличение горизонтального градиента давления - усиление скорости ветра - возникновение нагона. Статистически эта связь хорошо иллюстрируется графиками, изображенными на рис. 1, 2.

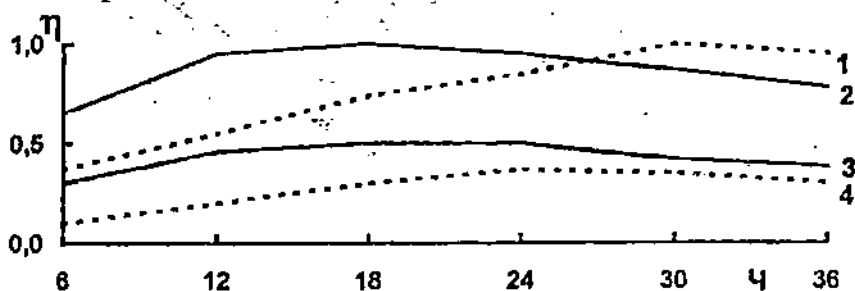


Рис. 1. Временной ход условных значений горизонтального градиента давления и высоты нагона для типовых синоптических периодов штормообразования на севере Каспия:

η - значение безразмерной условной величины, выраженной в долях от размаха величин характеристик, приведенных на графике; 1 - изменение высоты нагона в типовой ситуации Ц3 (в условных единицах - η); 2 - изменение градиента давления для Ц3 (в условных единицах - η); 3 - изменение высоты нагона в типовой ситуации Ц4 (в условных единицах - η); 4 - изменение градиента давления для Ц4 (в условных единицах - η).

Значение горизонтального градиента приземного давления рассчитывалась для геометрически условной центральной точки окружности радиусом 200 км над бассейном Северного Каспия, причем, на рис. 1 - при фиксированных типовых сценариях развития синоптических ситуаций Ц3 и Ц4, а на рис. 2 - для отдельного календарного случая без фиксации типа. Эффективный ветер представлен интегрально, - средневзвешенным значением приземной скорости ветра в прибрежной зоне Северного Каспия, рассчитанным по данным вышперечисленных метеостанций. Модельный временной ход уровня моря получен для реперной точки с географическими координатами $46,5^{\circ}$ с.ш., $53,0^{\circ}$ в.д., причем исходный модельный уровень моря задавался с максимальным приближением к фактическому.

Сценарии изменения уровня моря в периоды усиления ветра просчитывались для прибрежной северо-восточной зоны Каспия по гидродинамической модели, разработанной Датским гидравлическим институтом и адаптированной в КазНИИМОСК в виде пакета прикладных программ "MIKE 21".

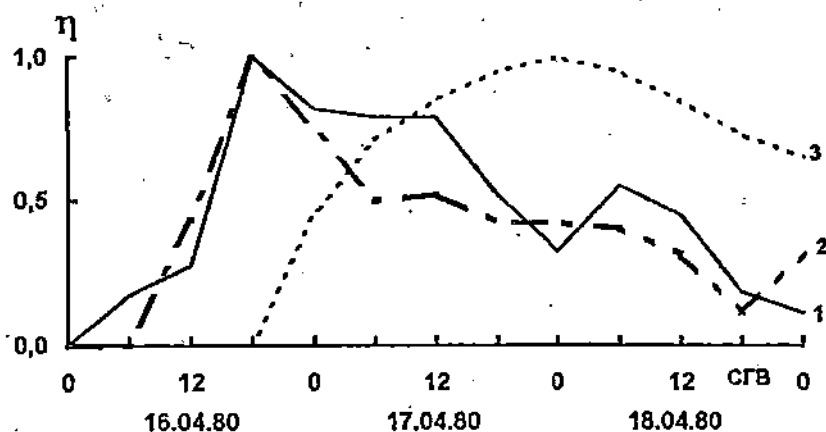


Рис.2. Временной ход условных значений горизонтального градиента давления, скорости ветра и высоты нагона в штормообразующий период 16-18 апреля 1980 года на севере Каспия

η - значение безразмерной условной величины; 1 - изменение градиента давления; 2 - изменение скорости ветра; 3 - изменение высоты нагона.

На приведенных выше графиках значения градиента давления, скорости ветра и высоты нагона представлены в долях единицы (η) от их размаха, зафиксированного в рассматриваемом временном интервале. Единице (η) на рис.1 соответствовали: горизонтальный градиент приземного 3 гПа/100 км и 135 - сантиметровое повышение уровня моря в районе реперной точки. На рис. 2 единице (η) соответствовали: горизонтальный градиент приземного давления 2,7 гПа/100 км, 175 - сантиметровое повышение уровня моря в районе реперной точки и значение скорости эффективного ветра - 16 м/с.

Чтобы исследуемую причинную связь выразить количественно и в дальнейшем использовать, в модели (алгоритме) прогноза была

проведена параметризация синоптических типовых образов. Для этого по случаям, составляющим выборку типов ситуаций, анализировалось изменение значений горизонтальных градиентов P_0 (GP_0) и $H500$ ($GH500$), а также лапласианов P_0 ($\nabla^2 P_0$) и $H500$ ($\nabla^2 H500$) в локально значимых районах:

- изменения градиентов приземного давления непосредственно над Северным Каспием и в районах к нему прилегающих;
- лапласианы приземного давления и $H500$ в характерных районах формирования типовых барических объектов;
- градиенты значимых участков полей $H500$ в районах характерных путей перемещения типовых барических образований.

Всего проанализировано 156 вариантов характеристик, описывающих локальные признаки местоположения различных циркуляционных образований, их интенсивность и направление перемещения. Был сформирован список (реестр) синоптических ситуаций, циркулирующий в модели прогноза. Географические координаты локальных районов для основных типов ситуаций приведены в таблице.

Список

символьных обозначений синоптических ситуаций,
формирующих штормовую ветровую зону в районе
Северного Каспия

Ц1 - циклоническое воздействие с севера;

Ц2 - циклоническое воздействие с северо-запада;

Ц3 - циклоническое воздействие с запада;

Ц4 - циклоническое воздействие с района Черного моря;

Ц5 - циклоническое воздействие с юга;

Ц9 - стационарирование циклона над югом Урала;

СТК - стационарирование циклона к северу от Каспия;

АЦ11 - антициклональное воздействие с севера;

АЦ12 - антициклональное воздействие с северо-запада;

АЦ13 - антициклональное воздействие с запада;

АЦ16 - малоподвижный антициклон над Казахстаном;

АЦ17 - юго-западная периферия Сибирского антициклона.

AZ - над Уралом отдельный центр Сибирского антициклона.

Содержание списка отражает уточненный вариант реестра ситуаций, описанных в примечании к табл. 2 в работе [5].

Таблица

Географические координаты районов для расчета количественных характеристик синоптических ситуаций

Разновидность синоптической ситуации	Район расчета лапласианов давления		Район расчета лапласианов и градиентов по данным H500	
	северная широта, град.	восточная долгота, град.	северная широта, град.	восточная долгота, град.
Ц1	50-65	60-80	55-65	40-70
Ц2	50-70	20-90	45-55	40-50
Ц3	50-70	20-60	40-50	40-50
Ц4	40-55	30-50	45-55	40-50
Ц5	35-50	40-70	35-50	40-70
Ц9	45-55	50-70	45-55	50-70
STK	45-55	40-60	45-55	40-60
АЦ11	50-65	50-70	55-65	50-70
АЦ12	45-60	30-60	55-65	50-70
АЦ13	35-50	30-50	40-55	35-45
АЦ16	45-55	50-80	35-55	40-80
АЦ17	-	-	35-70	60-110
AZ	40-60	40-70	40-60	40-70

Оценив поведение каждой из характеристик, приведенных в таблице на пространстве дискриминантных переменных, по значениям коэффициентов канонической и внутригрупповой парной корреляций, были отобраны наиболее показательные из них для определения линейных дискриминантных функций. Одним из критериев по селекции переменных фигурировало условие, чтобы коэффициенты парных корреляций между исследуемыми переменными были меньше 0,50.

Ниже приведена последовательность действий в алгоритме вычислений, дающая общее представление о модели прогноза:

- обращение к географической информационной системе метеоданных (ГИС МЕТЕО);
- формирование рабочих выборок данных;

- анализ и обработка рабочих архивов;
- расчет параметризующих характеристик;
- расчет дискриминантных функций;
- оценка угрозы штормового ветра.

Оценка угрозы возникновения синоптической ситуации, формирующей повышенные горизонтальные барические градиенты на севере Каспия и, следовательно, эффективный нагонный ветер, осуществляется (в модели прогноза) путем сравнения текущих расчетных величин характеристик с пороговыми (рассчитанными по каждой из типовых ситуаций). Предварительные результаты моделирования прогностической типовой ситуации обнадеживающие.

Проиллюстрируем вышесказанное конкретным примером нагона, наблюдавшегося на северном побережье Каспия 11 сентября 1996 г. (рис. 3).

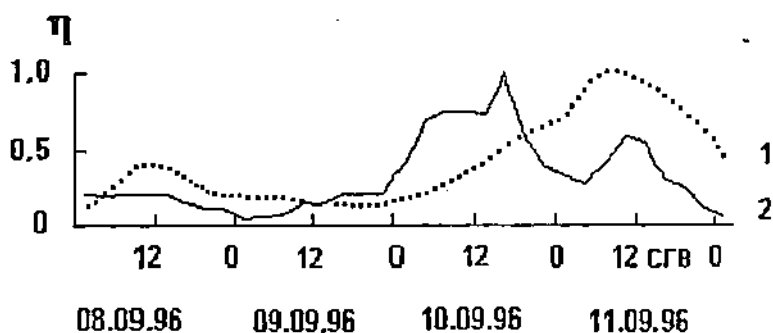


Рис.3. Временной ход условных значений скорости ветра и высоты нагона в период штормообразования на севере Каспия:

η - значение безразмерной условной величины; 1 - высота нагона; 2 - скорость ветра.

Как видно, все приведенные рисунки (см. рис. 1,2,3) подтверждают причинную модельную связь: увеличение горизонтального градиента давления - усиление скорости ветра - возникновение нагона. В свою очередь, формирование градиентов необходимой интенсивности и направленности в данном случае было связано с деятельностью черноморского циклона, его юго-западной и южной частями. Смещение его центра в северо-восточном направлении и распространение его очертания на юго-восток, в сочетании с четкой ориентаци-

ей высотной фронтальной зоны с района Средиземноморья на северо-восток, а также соответствующей дивергенцией потоков и явилось основной синоптической причиной нагона. Дополнительными синоптическими причинными факторами стало замедление скорости при его подходе к Южному Уралу и перемещение в тыл циклона области повышенного давления с запада. Интересно отметить, что аналогичное воздействие этих синоптических факторов отслеживается в материалах режимной информации, как в полях средних значений, так и отдельных конкретных примерах. Показательно также подтверждение на синоптическом материале за 5 -10 сентября наличия фаз предвестника и угрозы нагона и ситуационного влияния Средиземноморья, описанных в [4].

Таким образом, подытоживая предварительные наработки, выполненные в метеорологической части казахстанско-датского проекта по разработке технологии предупреждения затопления Атырауской области, можно констатировать, что изучен режим синоптических ситуаций, обеспечивающих возникновение сильного нагонного ветра в северной части Каспийского моря. Установлены и описаны разновидности данных ситуаций.

Получены предварительные представления о степени доминирования конкретных вариантов ситуаций из заданного их спектра. Получен также вывод, что различные направления нагонного ветра (следовательно и различные участки затопления) связаны с кинематическими особенностями в поведении барических систем. Разработана синоптическая модель прогноза штормообразующей ситуации, где основными предикторами являются ориентировка, интенсивность, продолжительность существования и особенности поведения горизонтальных барических градиентов в районе Северного Каспия.

Результаты вычислительных модельных экспериментов, представленных в виде отдельных прогностических формулировок синоптической оценки штормообразующей ситуации, адекватны экспертным оценкам. Прогнозирование осуществлялось в режиме идеального прогноза, т.е. на фактическом материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние атмосферных процессов на стогноно-нагонные явления у

казахстанского побережья Каспийского моря / С.П. Шиварева, М.А. Муратов, Н.И. Ивкина, Т.П. Строева, Н.Н. Щеголева, Е.И. Васенина // Гидрометеорология и экология. - 1997. - N 3. - С. 228-236.

2. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование: Сборник лекций. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 136 с.
3. Муратов М.А. О каталоге синоптических ситуаций в Казахстане // Гидрометеорология и экология. - 1996. - N 1. - С. 76-92.
4. Муратов М.А. О сопряженности синоптических ситуаций над Казахстаном и Средиземным морем // Гидрометеорология и экология. - 1996. - N 4. - С. 41-54.
5. Муратов М.А. Условия возникновения сильных ветров на Северном Каспии // Гидрометеорология и экология. - 1997. - N 2. - С. 15-22.

Казахский научно - исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

СОЛТҮСТІК КАСПИЙДЕГІ ТЕҢІЗ ДАУЫЛЫН ТУҒЫЗАТЫН СИНОПТИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ БОЛЖАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН МҮМКІНДІГІ ТУРАЛЫ

Геогр. г. канд. М.А. Муратов
Т.П. Строева
И.М. Ишмухаметов
Е.Н. Затылкин

Солтүстік Каспий аймағында желді теңіз дауылын туғызатын синоптикалық жағдайлардың нұсқалары қарастырылады. Теңіз дауылы жағдайларын болжау модельдері қызметінің жай-күйі мен принциптері сипатталады.

УДК 551.577(574)

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ ПРИ
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ И ЗАПАДНЫХ ВТОРЖЕНИЯХ
НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОГО
КАЗАХСТАНА**

Канд. геогр. наук А.Х. Ахмеджанов

Канд. геогр. наук Е.А. Таланов

О.Г. Шестернева

Исследовано распределение во времени и пространстве суточных сумм осадков для северо-западных (СЗ) и западных (З) вторжений воздуха. По многолетним данным наблюдений (1975-1994 гг.) метеостанций Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдыкорган и Усть-Каменогорск отдельно для указанных синоптических процессов определены статистические параметры функционально-нормального распределения суточных сумм осадков. Выявленные особенности внутригодового режима выпадения осадков можно использовать при разработке методов их численного моделирования и краткосрочного прогнозирования.

В случае затока арктических и умеренных воздушных масс на территорию Казахстана, особенно когда вторжения охватывают огромное пространство, синоптические процессы вызывают общее ухудшение погоды. При этом могут возникнуть опасные явления погоды: похолодание и связанные с ним поздние весенние или ранние осенние заморозки; сильные ветры, часто сопровождающиеся пыльными бурями. В горах выпадение осадков способствует сходу снежных лавин или формированию водных паводков и селей. Изучение условий выпадения осадков в горных районах имеет научный и практический интерес, способствует разработке схем численного моделирования и краткосрочного прогнозирования характеристик осадков (слоя, продолжительности и интенсивности) по территории.

Задача данного исследования - выявить, какое место занимают северо-западные и западные вторжения воздушных масс среди синоптических процессов, обуславливающих выпадение осадков в горных районах Южного и Юго-Восточного Казахстана. С помощью анализа выпавших суточных сумм осадков на метеостанциях Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдыкорган и Усть-Каменогорск были рассчитаны среднее число суток с осадками и значения суточного слоя осадков редкой повторяемости (один раз в пять лет и реже) для каждого месяца года, определены закономерности их многолетнего и внутригодового распределения.

Основой прогнозирования атмосферных осадков является анализ общей циркуляции атмосферы, который включает в себя описание множества непрерывно изменяющихся форм воздушных движений. Выявлены различные во времени и пространстве формы развития атмосферной циркуляции, закономерности смены которых могут служить основой методов метеорологических прогнозов различной заблаговременности. Чтобы изучить закономерности смены форм атмосферной циркуляции необходимо иметь критерий, пользуясь которым можно объективно определять характер, наименования и границы этих стадий. Это можно сделать путем использования соответствующей классификации (типизации) макропроцессов. Главным в той или иной типизации атмосферной циркуляции является степень ее пригодности для решения поставленной задачи. В данном исследовании была использована классификация, предложенная в работе [6], где учтены особенности циркуляции атмосферы Средней Азии, существенно зависящие от физико-географических условий данной территории. При создании этой классификации авторы основывались на фронтологическом анализе. На первое место они ставили представление о типах погоды Средней Азии и четко сформулированную концепцию арктических и тропических вторжений и их роль в формировании погоды и климата в этом регионе. Типизация синоптических процессов над Средней Азией периодически детализировалась и уточнялась. Система типов погоды, установленная в 1935 году, сохраняя неизменной свою основу, подвергалась, по мере накопления опыта, детализации и уточнению [2, 3]. В первом случае определено восемь типов синоптических процессов над территорией Казахстана (в скобках указана повторяемость каждого типа).

1. Вторжение холодного воздуха, прохождение холодных фронтов (60,8 %).
2. Выход Южных циклонов (9,8 %).
3. Центральная часть циклона (7,4 %).
4. Малоподвижные фронты с волнами (4,9 %).
5. Высокий малоподвижный циклон, прохождение вторичных холодных фронтов (3,8 %).
6. Тыловая часть высоких малоподвижных циклонов (7,9 %).
7. Малоградиентная область пониженного давления, прохождение линии неустойчивости (3,7 %).
8. Заполняющая депрессия (1,9 %).

За период с 1968 по 1975 год с фронтальными процессами был связан 141 случай (86,5 %) выпадения обильных осадков, а с внутримассовыми - 22 случая (13,5 %) [2].

В распределении периодов устойчивой циркуляции, которые определялись по продолжительности существования типов W, E, C за последние 90 лет отмечается положительная асимметричность [4]. В подавляющем большинстве случаев каждая форма циркуляции сохраняется в течение трех-семи дней, после чего сменяется другой и хорошо согласуется с существующими представлениями о временных масштабах синоптических возмущений атмосферы. В отдельных случаях периоды устойчивой циркуляции могут быть весьма продолжительными. Начиная с 50-х годов, повторяемость периодов с формой W уменьшается, и возрастает число периодов устойчивой циркуляции с формой E, что свидетельствует о развитии меридиональной циркуляции в последние 30 лет. Само понятие периода устойчивой циркуляции является весьма неопределенным, поэтому установление границ этих периодов в значительной степени субъективно, так как зависит от критериев и принципов, положенных в основу той или иной классификации. Основной вывод, прежде всего, относится к увеличению периодов устойчивой или однородной циркуляции малой продолжительности для зональной и меридиональной циркуляции.

За период 1975-1994 гг., используя визуальные признаки, а именно характер продвижения похолоданий, выделены естественные синоптические периоды (е.с.п.) с северо-западными и западными вторжениями. Продолжительность е.с.п. с осадками колеблется от 2 до 8 суток, а без осадков, как правило, от 3 до 7 суток. Повторяемость

средней продолжительности е.с.п. при северо-западных вторжениях воздуха составляет 25 %, а при западных равна 39 % (М Шымкент) и 29 % (М Алматы ГМО). При северо-западных воздушных потоках число е.с.п. с осадками и без них соответственно равно 94 и 81 в Шымкенте, 149 и 21 - в Алматы. Западных вторжений за рассматриваемый 20-летний период наблюдается в 2-3 раза больше: число е.с.п. с осадками и без них равно 291 и 163 (М Шымкент), 378 и 75 (М Алматы ГМО). Приведенные данные свидетельствуют о том, что насыщение массы при северо-западных вторжениях, приближаясь к горам Заилийского Алатау, значительно больше (увеличение числа е.с.п. составляет почти 60 %), чем при западных, когда число е.с.п. возрастает всего на 30 %. При недостаточном насыщении влагой масс воздуха, когда осадки не выпадают, наблюдается противоположная направленность развития процессов, то есть их ослабление, а, следовательно, число е.с.п. уменьшается на 70 % и 50 % соответственно.

Наибольшее количество осадков при северо-западных вторжениях выпадает зимой в Шымкенте, за е.с.п. 61,5 мм (за сутки 36,9 мм), тогда как в Алматы максимум осадков за е.с.п. 66,6 мм (за сутки 47,0 мм) приходится на весну и начало лета. Для западных вторжений характерно выпадение максимума осадков в конце весны. Так, в Шымкенте выпало 69,5 мм за е.с.п., включая суточную сумму осадков 57,8 мм, а в Алматы наибольшее количество осадков составило 73,4 мм и 47,6 мм соответственно.

За рассматриваемый 20-летний период рассчитано R -соотношение числа суток с осадками и общего их количества в году отдельно для северо-западных и западных вторжений. Над территорией Южного Казахстана с 1975 по 1989 год наблюдается преобладание насыщенных влагой масс воздуха при западных вторжениях над северо-западными. Начиная с 1990 года, картина меняется на противоположную, то есть резко уменьшается количество е.с.п. с осадками при западных вторжениях, но возрастает соотношение R при северо-западных процессах. Выделяется довольно большой период, с 1976 по 1985 год, когда наблюдалось довольно устойчивое соотношение R при западных (около 0,4) и северо-западных (около 0,1) вторжениях.

По мнению ряда отечественных и зарубежных ученых [8], неудержимый рост меридиональных процессов типа Е в атмосфере северного полушария начался примерно в 1966 г. Одновременно с этим

обозначился рост повторяемости быстро перемещающихся волн, которые можно отнести, по классификации Вангенгейма, к широтному типу процессов. Начиная с 1976 года, произошла смена циркуляционных эпох и поэтому меридиональные процессы типа Е стали носить черты широтных. По нашим данным, в 1990 г. резко уменьшилось количество атмосферных процессов западного направления, а число вторжений воздуха северо-западного направления значительно возросло. В рассматриваемых синоптических процессах наблюдается четко выраженный годовой ход повторяемости числа суток с осадками. На юге Казахстана число суток с осадками при западных вторжениях относительно их общего количества за месяц, имеет наибольшее соотношение (0,40-0,46) в сентябре-октябре. Второй небольшой всплеск ($P=0,25$) наблюдается в апреле, а наименьшее значение $P=0,18$ в феврале, марте, июне. При северо-западных вторжениях пик соотношения ($P=0,20$) смещается на август, а наименьшее значение ($P=0,05$) наблюдается в июле и октябре.

Соотношение числа суток с осадками при северо-западных и западных вторжениях воздуха как в среднем по годам, так и внутри года на станциях Талдыкорган и Усть-Каменогорск несколько выше и практически повторяет таковое для станций Южного Казахстана. В восточных районах Казахстана наиболее высокая повторяемость числа суток с осадками при соответствующих атмосферных процессах приходится на август (0,22-0,27) и на сентябрь - октябрь (0,46-0,54). При западных вторжениях воздуха наблюдается второй максимум в январе (0,34-0,35).

Для статистического анализа суточных и полусуточных количеств осадков широко используют аналитические распределения-кривые Пирсона [5, 8], логарифмически-нормальное [1] и другие функционально-нормальные распределения [7]. Результаты статистического анализа могут быть несопоставимыми или неподдающимися корректной интерпретации из-за различия теоретических схем и параметров распределений. За 20-летний период по месяцам года определены параметры функционально-нормального распределения по полной совокупности суточных сумм осадков (N), а именно, среднее число суток с осадками (m), параметр асимметрии (nH), среднее (x) и среднее квадратическое отклонение $S(x)$ преобразованной величины

$$x = (N + 1)^{nH} \ln N.$$

В июне-сентябре наблюдается наименьшее среднее число суток с осадками при западных вторжениях воздуха, их число составляет 1,2-1,4 суток в Шымкенте и 0,8-2,1 суток в Жамбыле; при северо-западных процессах значения m , как правило, менее 1. В это время в Алматы среднее число суток с дождем достигает значений 3,1-3,9 и 1,4-2,1 соответственно. На юге Казахстана за рассматриваемый период количество случаев для статистического анализа недостаточно, особенно в июне-сентябре, поэтому полученные результаты можно считать ориентировочными.

Для западных вторжений воздуха среднее число суток с осадками имеет наибольшее значение в октябре на станциях Талдыкорган ($m = 5$ суток) и Усть-Каменогорск ($m = 6,6$ суток). Для северо-западных синоптических процессов в августе параметр m достигает значения в августе, 1,4 и 3,0 суток соответственно.

Эмпирические кривые обеспеченности по полной совокупности суточных сумм осадков имеют положительную асимметрию (nH менее 0,5), а средние значения слоя осадков значительно больше 1 мм.

При анализе внутригодового хода суточного слоя осадков, вероятностью не превышения 5 %, можно выделить следующие особенности для западных и северо-западных направлений передвижения фронтальных зон. Для первой синоптической ситуации выделяются два максимума по слою осадков: в мае значения $H_{5\%}$ составляют 55-75 мм и в ноябре $H_{5\%}$ равны 30-45 мм. Зимой наблюдается наименьшее количество осадков ($H_{5\%} = 15$ мм). При северо-западном направлении атмосферного фронта максимум осадков приходится также на май и октябрь ($H_{5\%} = 55$ мм). В Талдыкоргане при северо-западных атмосферных процессах внутригодовой ход колебания суточных сумм осадков ($H_{5\%}$) имеет равномерный характер с марта по декабрь (в пределах 15-25 мм), уменьшаясь до 5 мм в феврале. При западных вторжениях воздуха отмечается два максимума: первый - в июне ($H_{5\%} = 57$ мм); второй - в сентябре ($H_{5\%} = 38$ мм). В Усть-Каменогорске наблюдается один максимум суточных сумм осадков в августе ($H_{5\%} = 71$ мм).

Таким образом, в течение всего года, как правило, осадки по слою при западных вторжениях несколько превышают или равны таковым при северо-западных процессах. На юге Казахстана наи-

большее увлажнение по суточному слою осадков наблюдается в мае и октябре-ноябре. По мере продвижения на восток фронтальных зон наблюдается смещение пиков максимума увлажнения на июнь и сентябрь (Талдыкорган), которые в районе Усть-Каменогорска сливаются в единый максимум, приходящийся на август. Следует отметить, что при других направлениях движения атмосферных фронтов (кроме западных и северо-западных) над Южным Казахстаном выпадает значительно больше по слою осадков лишь в феврале-апреле, а ближе к горам - в мае-октябре. Для того, чтобы получить устойчивые статистические параметры и надежные выводы, необходимо выполнить аналогичный анализ данных об осадках за более продолжительный период.

Итак, увеличение увлажнения юга и юго-востока Казахстана атмосферными осадками происходит за счет обострения атмосферных фронтальных зон под воздействием рельефа местности. Основные особенности пространственно-временного распределения осадков следующие:

- в период 1975 - 1989 гг. наблюдалось устойчивое преобладание западных вторжений воздуха над северо-западными, обуславливающих выпадение осадков. Начиная с 1990 г., резко уменьшилось количество синоптических процессов, имеющих западное направление;

- на долю западных и северо-западных вторжений воздуха приходится до 55 % суток с осадками в августе-сентябре, 20-25 % в феврале-марте на юге республики и достигает 60-70 % в августе-октябре на востоке рассматриваемой территории;

- на юге территории республики увеличение осадков наблюдается в мае ($H_{5\%} = 55-75$ мм) и октябре ($H_{5\%} = 45-55$ мм). По мере перемещения атмосферных фронтов на восток максимум осадков смещается в Талдыкоргане на июнь ($H_{5\%} = 55$ мм) и сентябрь ($H_{5\%} = 35$ мм), а в Усть-Каменогорске на август ($H_{5\%} = 70$ мм).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветлицкая Г.К. К вопросу о полях летних осадков в горах как объекте прогноза //Тр. КазНИГМИ. -1992. - Вып. 111. - С. 112 - 122.

2. Дейчева В.Г. Аэросиноптические условия выпадения обильных осадков на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. - 1978. - Вып.72. - С. 86 - 99.
3. Кондрашов И.В. Синоптико-метеорологические условия при лавиноопасных снегопадах в бассейне реки Малой Алматинки // Сб. работ Алматинской ГМО. -1978. - Вып. 8. - С. 30 - 47.
4. Николаев Ю.В., Колтаков Ю.Н. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы (по данным классификации Г.Я. Вангенгейма - А.А. Гирса // Метеорология и гидрология. -1983. - № 11. - С. 14 - 19.
5. Пархоменко И.В. О некоторых особенностях режима выпадения осадков в холодное время года на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. - 1992. - Вып. 111. - С. 105 - 111.
6. Синоптические процессы Средней Азии / В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик и др. - Ташкент: Изд. АН УзССР, 1957. - 478 с.
7. Таланов Е.А. Статистические закономерности пространственного и временного распределения дождей в горных районах Казахстана //Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геогр. наук. - Алматы. - 1994. - 27 с.
8. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб. : Гидрометеиздат, 1991. - 304 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

**ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС
ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНА СОЛТҮСТІК-БАТЫСТАН
ЖӘНЕ БАТЫСТАН КЕЛЕТІН ЖАУЫН ШАШЫННЫҢ
БӨЛІНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Геогр. ғ. канд. А.Х. Ахметжанов
Геогр. ғ. канд. Е.А. Таланов
О.Г. Шестернева

Солтүстік-батыстан (СБ) және батыстан (Б) келетін ауа үшін уақыт пен кеңістіктегі жауын-шашынның тәуліктік жиынтығының бөлінуі зерттелді. Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдықорған және Өскемен метеостансаларының көпжылы (1975-1994 ж.ж.) бақылау деректері бойынша аталған синоптикалық үрдістер үшін тәуліктік жауын-шашын жиынтығының функциянальді-қалыпты бөлінуінің статистикалық параметрлері жекелей анықталды. Жауған жауын-шашын түзілімінің анықталған ішкі жылдық ерекшеліктерін сандық модельдендіруді және қысқа мерзімді болжамдардың әдістерін өзірлеу барысында қолдануға болады.

УДК 551.515.3:551.55:551.510.522

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ
ПРОФИЛЕЙ СКОРОСТИ ВЕТРА ПРИ ПЕСЧАНЫХ БУРЯХ**

Канд. физ.-мат. наук О.Е. Семенов

Измерения скорости ветра на мачтах во время песчаных бурь выявило три типа ее профилей. Для слабых бурь характерно влияние на профили скорости ветра температурной стратификации. При умеренных бурях профили логарифмические, т.к. влияние термической стратификации на них становится несущественным. Профили ветра очень сильных бурь даже при изотермии оказываются подобными инверсионным из-за затраты пульсационной энергии на взвешивание частиц. Их можно аппроксимировать логарифмически линейной функцией, в которой внешним параметром подобия является масштаб Баренблатта - Голицына L_d . Для бури в Приаралье L_d оказался равным 12-18 м.

Песчаные бури в Казахстане - широко распространенное природное явление, так как около четверти территории республики занимают песчаные пустыни. Бури - мощный источник поступления аэрозолей и атмосферу, они приводят в движение громадные массы песка, которые наступают на освоенные в сельскохозяйственном отношении земли, мешают работе транспорта и предприятий, влияют на изменение климата и здоровье людей. Экспериментальные исследования бурь в Казахстане начаты в конце 60-х годов. За это время накоплено много лабораторных и экспедиционных данных по механике этого явления природы. Наиболее изученными являются бури на высохшем дне Аральского моря [3] и в Прибалхашье [1].

Градиснтные измерения на метеорологических мачтах над подвижным песком во время бурь выполнялись более чем 15 экспедициями,

которые работали в Южном Прибалхашье и на осушенном дне Аральского моря. Измерения проводились над песками различной крупности в условиях как сложного рельефа (с барханами высотой до 1,5 м), так и ровными поверхностями. Дисперсный состав песков аппроксимировался логарифмически нормальным распределением частиц по размерам. Средний геометрический размер частиц песка x_0 в местах проведения экспедиций в различные годы изменялся от 78 до 270 мкм, среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров σ_{lgx} - от 0,09 до 0,15.

На 16-метровых метеорологических мачтах на высотах 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 9 и 16 м проводились измерения средней за 10 минут скорости ветра импульсными анемометрами. На этих же уровнях определялась переносимая ветром масса песка уловителями конструкции автора. Для расчета коэффициента турбулентности и локального числа Ричардсона выполнялись измерения температуры воздуха на уровне 2 м и ее градиента в слое 0,5-2 м. Изучалось также изменение с высотой дисперсного состава переносимых частиц песка. Перечисленный комплекс измерений позволял получать вертикальные профили скорости ветра и переносимой массы песка во время бурь, информацию об основных кинематических и динамических параметрах приземного слоя атмосферы, необходимых для анализа результатов измерений и понимания самого процесса переноса ветром твердой фазы потока. Наиболее ценные результаты получены в Аральском регионе, где одиннадцатью экспедициями выполнены исследования почти семидесяти бурь различной интенсивности, измерено свыше 800 профилей средней скорости потока и 140 профилей переноса массы песка.

Прежде чем перейти к анализу профилей скорости ветра, рассмотрим стратификацию приземного слоя атмосферы во время бурь. Для оценки устойчивости атмосферы обычно рассматривается роль вертикального потока тепла в процессе генерации турбулентной энергии и сравнивается вклад этого эффекта с поступлением энергии за счет градиента средней скорости. Для количественного определения степени устойчивости атмосферы можно использовать масштаб Монина-Обухова или число Ричардсона в градиентной форме

$$Ri = \frac{g}{\theta} \cdot \frac{\partial \theta / \partial z}{(\partial u / \partial z)^2},$$

где θ - потенциальная температура, g - ускорение свободного падения, u -

скорость ветра, z - высота. В приземном слое $\partial u / \partial z = \partial T / \partial z$, где T - абсолютная температура. Как известно, при устойчивой стратификации $Ri > 0$, при сверхadiaбатической (неустойчивой) $Ri < 0$, а условиям, близким к безразличной стратификации, соответствуют значения $|Ri| \leq 0,03$.

Как показали наши наблюдения, слабые процессы переноса песка ветром могут наблюдаться в различно стратифицированном потоке. С увеличением интенсивности бурь, когда значения динамической скорости и. превышали 0,35 - 0,40 м/с в подавляющем числе случаев влияние температурной стратификации на поток оказывалось несущественным, так как наблюдались условия, близкие к безразличной стратификации. Рассчитанное для высоты 1 м локальное число Ричардсона было меньше 0,03 (рис. 1).

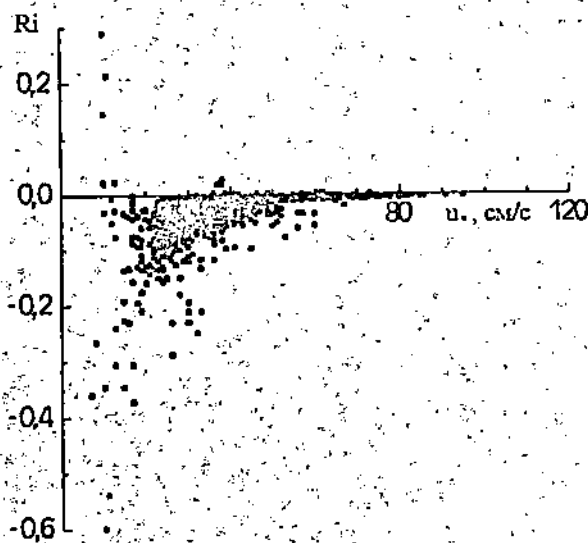


Рис. 1. Изменение стратификации приземного слоя атмосферы при песчаных бурях с ростом динамической скорости потока в Приаралье

Это явление объясняется двумя физическими процессами. Как известно, с ростом скорости ветра роль потока тепла на генерирование турбулентной энергии быстро падает. Вторая причина связана эффектом нагревания слоя воздуха, насыщенного аэрозолем, как счет сильного поглощения солнечной радиации, так и передачи тепла воздуху от частиц песка, поднимаемых с горячей подстилающей поверхности. Происходит повышение

кальция до 80 мг/л, при уменьшении суммы натрия и калия до 40 мг/л.

При нарушенном гидрологическом режиме в этих показателях произошли коренные изменения. Например, в зимнюю межень в указанном створе резко возросли показатели сульфатов и хлоридов, соответственно до 1300 и 1500 мг/л при относительной стабильности гидрокарбонатов 220 мг/л. Общая минерализация достигла 4000 мг/л. При этом в катионном составе резко возрастает содержание магния до 420 мг/л, кальция - до 300 мг/л при резком уменьшении суммы натрия и калия (30 мг/л). Причем ранее малозначимые азотные и фосфорные группы (биогены) становятся более осязаемыми. В створе ГП Уланбель произошедшие изменения аналогичны. При показателе общей минерализации зимой 4700 мг/л, наблюдается некоторое уменьшение хлоридов (1340 мг/л) и возрастание сульфатов до 1630 мг/л. В катионном составе при постоянстве кальция (300 мг/л) резко возрастает сумма натрия и калия (до 860 мг/л), наблюдается снижение содержания магния до 320 мг/л. Очевидно, это объясняется сбросом возвратных вод с орошаемых массивов и выклиниванием в зоне гидравлической связи поверхностных и грунтовых вод. В створе ГП свх. Амангельды изменение гидрохимического режима в половодье характеризуется следующим образом.

Увеличение общей минерализации произошло более чем в 2 раза, по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима, и достигло 1080 мг/л. Резко возросло содержание суммы натрия и калия (190 мг/л) при некотором росте кальция и магния (48 и 62 мг/л). Рост наблюдается в содержаниях сульфатов до 415 мг/л и хлоридов до 94 мг/л. Содержание карбонатов 240 мг/л. Створ ГП Уланбель характеризуется минерализацией до 1750 мг/л. Содержание сульфатов - до 600 мг/л, хлоридов - до 390 мг/л, при показателе гидрокарбонатности 280 мг/л. Необходимо подчеркнуть, что наравне с изменением гидрохимического режима реки Шу также наблюдается загрязнение водотока инородными ингредиентами - ионами тяжелых металлов (медь, цинк). Из всего перечня загрязнителей ни один из них не входит в список генетической принадлежности речному бассейну, т.е. все они имеют антропогенное происхождение.

В последнее время основными загрязнителями стока реки стали азот аммонийный (NH_4), азот нитратный (NO_3), азот нитритный

Замечания
71

высота измерения скорости. И это вполне ясно, так как в приземном слое наблюдаются условия нейтральной термической стратификации. Но, в отличие от чистых воздушных потоков, в ветропесчаном параметр шероховатости поверхности является переменной величиной и его значения изменяется с ростом скорости от 10^{-4} до 1 см, т.е. на четыре порядка (рис.3)[6].

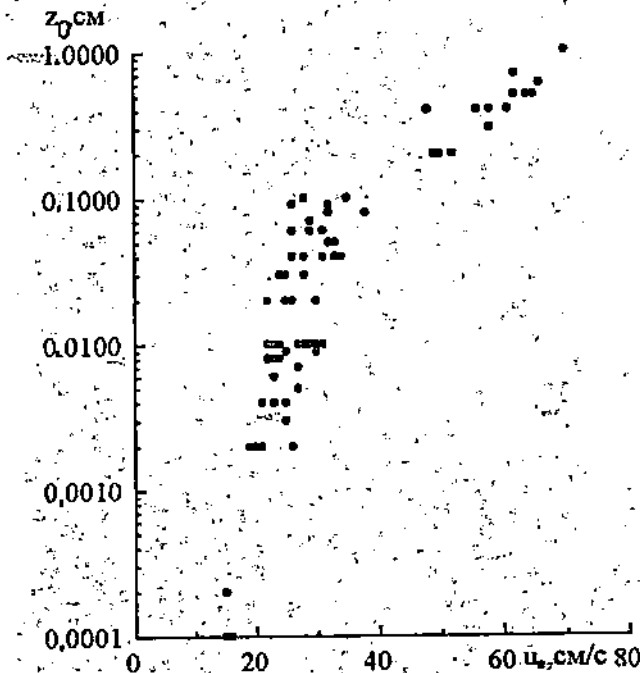


Рис.3. Изменение параметра шероховатости z_0 песчаной поверхности при бурях во время экспедиции 1991 года

Такое поведение z_0 характерно, как известно, также и для взволнованной морской поверхности при штормах. Большая изменчивость z_0 приводит к нелинейной зависимости $u(z) = f(u)$, так как в уравнении (1) $\ln(z/z_0)$ становится переменной величиной.

В 1992 году исследования профилей ветра проводились не только на мачте, но и методом акустического зондирования. Измерения на содаре "Латан 1" выполняли сотрудники Института космических исследований АН Казахстана под руководством В.Ф. Крамара [5]. Высотный диапазон зондирования акустического локаатора от 30 до 800 м, но в условиях бурь достаточно надежные профили удалось получить только до уровня 180 м

при скоростях ветра до 12-15 м/с. Наличие частиц твердой фазы в потоке значительно снизило высоту зондирования вследствие ослабления полезного сигнала из-за рассеивания звуковых волн на аэрозолях. При больших скоростях ветра (> 15 м/с) полезный сигнал терялся на фоне собственных акустических шумов антенн локатора. Оба эти фактора ограничивают применение содаров для исследования пограничного слоя атмосферы во время сильных бурь.

На рис.4 приведены примеры двух профилей скорости ветра, полученных путем шивки измерений анемометров и содара. Результаты измерений локатора были осреднены за 10-минутные интервалы времени синхронно с показаниями анемометров. На рисунке видно, что результаты измерений хорошо согласуются до высот 50 - 75 м, выше, из-за слабого уровня сигнала, значительно возрастают случайные погрешности измерений содара. Но можно достаточно уверенно считать, что при скоростях ветра до 12-15 м/с в условиях безразличной стратификации профиль логарифмический во всей толще приземного слоя атмосферы.

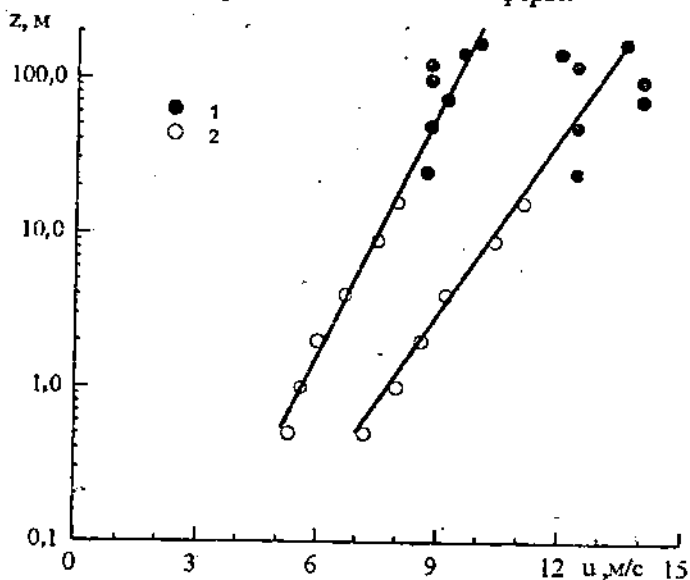


Рис.4. Профили скорости ветра, измеренные анемометрами и акустическим локатором: 1 - акустический локатор; 2 - анемометр.

Вернемся к анализу профилей скорости ветра (см. рис.2). Крайняя правая группа профилей (кривые 9-11) получена при изотермии $Ri_1 \in [-0,001, -0,01]$, но скорость ветра на них растет с высотой заметно быстрее,

чем по логарифмическому закону, что характерно для устойчивой температурной стратификации, т.е. для $Ri > 0$. Такое несоответствие строения профилей скорости ветра условиям термической стратификации отмечено нами во время двух очень сильных песчаных бурь - в мае 1970 года в Прибалхашье и в июне 1984 года на осушенном дне Аральского моря. В обоих случаях бури проходили над поверхностями, сложенными мелким песком $x_0 \in [90 \text{ мкм}, 110 \text{ мкм}]$. Буря в Прибалхашье была кратковременной и получено лишь 4 таких профиля ветра с ускорением потока [6]. Буря на дне Арала 15-16 июня 1994 года длилась около суток. Измерения на мачтах проводились 16 июня с 7 час 45 мин до 19 час 20 мин местного времени. Профили скорости ветра с ускорением потока наблюдались нами в течение 8 часов. Объяснение этого интересного природного феномена дается теорией развитых пыльных бурь Г.И. Баренблатта и Г.С. Голицына [2,7].

Часть энергии турбулентности, получаемой пульсациями от среднего движения, затрачивается потоком на подъем и транспортировку частиц песка. Баренблатт и Голицын теоретически показали, что при насыщении потока мелкими частицами пыли повышается его устойчивость и уменьшается турбулентность. Поэтому такой поток движется быстрее по сравнению с чистым воздушным потоком. Баренблатт и Голицын представили уравнение баланса пульсационной энергии для несущей частицы твердой фазы потока в следующем виде:

$$\rho \cdot \overline{u'w'} \cdot \frac{du}{dz} + \varepsilon + \sigma \rho g s'w' - \frac{\rho}{\theta} g \theta'w' = 0. \quad (2)$$

Здесь ρ - плотность суспензии, u и w - продольная и вертикальная компоненты вектора скорости суспензии, ε - диссипация пульсационной энергии единичного объема, s - объемная концентрация, $\sigma = (\rho_p - \rho_g) / \rho_g$ - превышение плотности частиц ρ_p над плотностью газа ρ_g , штрихами обозначены пульсации случайной величины, чертой сверху - средние значения.

Физический смысл уравнения достаточно прост и ясен - энергия, получаемая полем пульсаций от среднего движения, расходуется на диссипацию ε , взвешивание частиц пульсациями скорости (третий член уравнения) и работу против сил плавучести (четвертый член). Далее они представили это уравнение в форме

$$\rho \cdot \overline{u'w'} \cdot \frac{dh}{dz} \cdot (1 - R_f - K_f) + \varepsilon = 0, \quad (3)$$

где безразмерные параметры

$$R_f = \frac{g}{\theta} \cdot \frac{\overline{\theta'w'}}{\overline{u'w'}(du/dz)} \quad \text{или} \quad R_f = \frac{\alpha_T g}{\theta} \frac{d\theta/dz}{(du/dz)^2}, \quad (4)$$

$$K_f = - \frac{\overline{\sigma g s'w'}}{\overline{u'w'}(du/dz)} \quad \text{или} \quad K_f = - \frac{\alpha_s \sigma g (ds/dz)}{(du/dz)^2} \quad (5)$$

соответственно динамические числа Ричардсона и Колмогорова, которые определяют относительную затрату энергии среднего движения на работу против сил плавучести и на взвешивание твердой фазы потока. В (4) и (5) α_T и α_s - турбулентные числа Прандтля и Шмидта.

Для бурь с $u_* > 0,4$ м/с роль конвекции на баланс турбулентной энергии становится пренебрежимо малой (см.рис. 1) и основное влияние на кинематику и динамику двухфазного потока начинает оказывать работа по взвешиванию частиц. В результате решения системы уравнений для изотермически однородного потока, несущего частицы, Баренблатт и Голицын показали, что изменение скорости ветра с высотой в нем описывается более сложным логарифмическим профилем

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa \Phi(K_f)(1 - K_f)^{1/4}} \ln \frac{z}{z_0}, \quad (6)$$

в котором $u(z)$ является функцией от числа Колмогорова. Е.Д. Надежина [4] позднее получила для предельно нагруженного потока функцию $\Phi(K_f)$ в явном виде

$$\Phi(K_f) = \left[1 - \frac{K_f(c_2 - 1)}{c_2 - c_1} \right]^{0.5} (1 - K_f)^{-0.5}. \quad (7)$$

На практике использовать (6) для описания профиля $u(z)$ затруднительно, в виду того, что необходимо иметь информацию об изменении

K_f с высотой, так как число Колмогорова является локальным (внутренним) параметром подобия потока. Поэтому более удобно использовать для описания влияния на профиль скоростей потока другой внешний параметр подобия - масштаб длины. Для оценки динамического воздействия частиц на поток Баренблатт и Голицын предложили масштаб длины

$$L_d = \frac{u_*^3}{k \sigma \omega_g s_0} \quad (8)$$

где ω_g - скорость свободного падения частиц, s_0 - объемная концентрация частиц. Назовем L_d масштабом Баренблатта - Голицына. Как и масштаб Монина - Обухова L для термически стратифицированных потоков, масштаб L_d для ветропесчаных потоков - чисто внешняя характеристика. Если s_0 мала, то L_d велик, и влияние частиц твердой фазы на динамику потока для $z \ll L_d$ пренебрежимо мало. Наоборот, при больших s_0 масштаб Баренблатта - Голицына мал, и влияние частиц на динамику потока наблюдается уже на небольших высотах.

В своей работе Баренблатт и Голицын оценили порядок величины L_d для бури 1974 года в Прибалхашье. Для нейтрально стратифицированного потока, несущего аэрозоль, согласно их теории, ускоренный профиль скорости ветра можно записать и в виде логарифмически линейной функции

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \left(\ln \frac{z}{z_0} + b \frac{z}{L_d} \right), \quad (9)$$

где b - постоянная, аналогичная величине β в обычном логарифмически-линейном законе Монина - Обухова для чистых воздушных потоков. Масштаб Баренблатта - Голицына может быть определен приближенно из (1) и (9)

$$L_d = \frac{u_*}{\kappa \Delta u} b z. \quad (10)$$

По измерениям экспедиции КазНИГМИ в Прибалхашье [6] получен порядок величин: $b = 10$, превышение скорости Δu над логарифмическим профилем в 2 м/с и динамическую скорость по нижней логарифмической части профиля $u_* = 0,5$ м/с. По этим данным $L_d \approx 50$ м [7]. Для измерений 1984 г., (см. рис.2), масштаб Баренблатта - Голицына оказался значительно меньшим и, по нашим оценкам, равным 12-18 м. Более де-

тальный анализ этого явления еще предстоит проделать. Эффект ускорения насыщенного частицами твердой фазы потока требует дальнейших исследований, набора экспериментальных данных для больших скоростей ветра. Обнаружение явления ускорения потока наглядно свидетельствует об очень слабой изученности сильных песчаных и пылевых бурь.

Наряду с важным научно-познавательным значением обнаружение эффекта ускорения потока имеет и большое практическое применение. При строительстве высоких сооружений в зонах развития пыльных бурь (ЛЭП, мачт ретрансляторов и антенн, высотных зданий и т.д.) следует учитывать повышение петровых нагрузок при больших скоростях ветра во время пыльных бурь, возникающих за счет ускорения потока с высотой. Расчеты по обычному логарифмическому профилю приводят к занижению ветровых нагрузок на сооружения и, как следствие, к аварийным ситуациям.

В заключение еще раз хочется отметить, что исследования песчаных бурь находятся еще в начале своего пути. Но уже ясно, что необходимо отказаться от многих привычных представлений о строении пограничного слоя атмосферы. Несмотря на очень большие трудности экспериментальных исследований, необходимо стремиться получить информацию по градиентным измерениям на мачтах во время сильных бурь, начать одновременные измерения пульсаций скорости и концентрации частиц в потоке и очень нужны данные о состоянии пограничного слоя атмосферы. Все это требуется для понимания процесса переноса и описания его моделями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья / Под ред. И. И. Скоцеляса - СПб.: Гидрометеоиздат, 1995. - 269 с.
2. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. - М.: Изд-во МГУ, 1973. - 44 с.
3. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г. Н. Чичасова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 277 с.
4. Надежина Е.Д. Об использовании дифференциальных уравнений для вторых моментов в моделях пограничного слоя атмосферы // Тр. ГГО. - 1975. - Вып. 362. - С. 3-14.

5. Применение содара в мониторинге пыльных бурь Приаралья/ А.Г. Желиба, Д. В. Климов, В.Ф. Крамар и др. // Акуст. журн. - 1994. - Т. 40, № 3 - С. 471-472.
6. Семенов О.Е. Экспериментальные исследования кинематики и динамики пыльных бурь и поземков// Тр. КазНИГМИ. - 1972. - Вып.49.- С. 3-31.
7. Varenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. of the Atmospheric Sciences.-1974 - Vol. 31, № 7. - P. 1917-1933.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ҚҰМДЫ ДАУЫЛДАР БАРЫСЫНДАҒЫ ТІК ҚАЛЫПТАҒЫ ЖЕЛДІҢ ЕКПІНІН ЗЕРТТЕУДІҢ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ

Физ.-мат. ғ. канд. О.Е. Семенов

Жергілікті жерлердегі құмды дауылдар кезінде жел жылдамдығын мачталарда өлшеу оның үш түрлі қалыпта болатынын көрсетті. Бәсең дауылдар үшін логарифмикалық сипат тән және оның конвекция салдарынан ауытқуы аңғарылады. Жылу стратификациясы ықпалының төмендеуіне байланысты қалыпты дауыл барысындағы сипаты логарифмикалық бөлшектерді көтермелеуге жұмсалатын бұрқынды энергияға байланысты. Өте күшті дауылда желдің қалыбы, тіпті изотермияның өзінде де инверсиялық сияқты болады екен. Оларды логарифмикалық сызықтық функциямен анықтауға болады, олардың сыртқы қалыпты параметрлері Баренблатт-Голицин масштабы болады. Арал бойы дауылдары үшін L - 12-18 метрге тең болады.

УДК 504.4.062.2(574)

**БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ТРАВСТОЯ
ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ Р. ШУ КАК ИНДИКАТОР
ДИНАМИЧНОГО РАЗВИТИЯ
РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

Канд. геогр. наук М.Ж. Бурлибаев

Исследования по испытанию устойчивости речной экосистемы показывают, что решение подобной задачи возможно лишь на основе объективной оценки состояния динамического подвижного равновесия отдельных биологических компонентов речного комплекса. Сделана попытка показать динамичное развитие речной экосистемы на примере биопродуктивности, используя данные за реальный длительный период наблюдений.

Сравнительный анализ современной деградации речных экосистем показывает, что этот процесс является прямым результатом отсутствия своевременных прогностических оценок и предвидения возможных последствий тех изменений в речных комплексах, которые связаны, прежде всего, с нарушением естественного хода гидрологического и гидрохимического режима водотоков. В связи с этим в ретроспективе необходимо было разработать методы по недопущению и предотвращению этих негативных последствий, эти методы должны были быть заложены в планы и служить основой концепции водохозяйственного планирования и схем комплексного использования водных ресурсов. Но, к сожалению, в результате экстенсивного водохозяйственного планирования этого не произошло. Обычно равновесие речной экосистемы и динамика развития базируются на представлениях об общей экологии, но понимаются современными исследователями по-разному. В качестве основных характеристик развития речной экосистемы разные авторы предлагают рассматривать такие признаки, как сложность, целостность, стабильность, продуктив-

ность, надежность, буферность, аномальность, управляемость, степень изменчивости и так далее. Эти различия в трактовке изучения динамики и сохранения речной экосистемы связаны не с терминологической неточностью, а с множеством подходов к определению данного свойства системы и понимания самого существа проблемы. Это, по-видимому, объясняется несколькими причинами, в том числе, не в последнюю очередь, отсутствием или недостаточностью экологической информации для целей обеспечения моделируемых процессов и, следовательно, трудностью конструирования последних. Следует заметить, что особую сложность в экологической оценке создает динамичность экологических процессов, как естественная (природная), так и вызванная антропогенной деятельностью человека. Речная экосистема характеризуется большим числом взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов, в основном зависящих от естественного гидрологического и гидрохимического режима водотоков. И в связи с этим в них невозможно четко выделить роль каждого фактора системы в отдельности. При этом динамика развития речной экосистемы оказывается результатом совокупного воздействия ее элементов и факторов. Исследования, базирующиеся на поиске экологических (природных) закономерностей, сталкиваются с необходимостью одновременного учета взаимодействия большого количества процессов различной природы: физических, химических, биологических и т.д. Собрать и анализировать в каждом конкретном случае репрезентативную информацию, а тем более достаточно однородную, практически не представляется возможным. И даже при наличии такого объема материалов, большое число наблюдений при существенных пробелах в матрицах, наравне с отсутствием сведений о характере распределения, делают невозможным применение традиционных методов исследования. В связи с чем, для уменьшения числа анализируемых элементов, многие исследователи прибегают к критериям Стьюдента или Фишера. Немаловажной особенностью речной экосистемы является длительность и динамичность ее развития, связанные с гидрологическим и гидрохимическим режимами водотока. Это исключает возможность проведения прямых экспериментов для получения исходной информации или дополнительных данных с целью заполнения пробелов или дополнительных данных в многолетнем ряде наблюдений. Анализ материалов таких наблюдений зачастую показывает

их неоднородность, где важнейшей чертой многих факторов динамики развития экосистемы является цикличность (чередование маловодных, средне- и многоводных периодов).

Полноценный анализ динамического развития, а также выработка концепции по восстановлению и сохранению речной экосистемы для целей пересмотра стратегических направлений водохозяйственного планирования должен базироваться на реальных и достоверных наблюдениях за отдельными компонентами речного комплекса в многолетнем разрезе при естественном гидрологическом и гидрохимическом режимах водотока. В нашем конкретном случае изучение динамики развития и равновесное положение речной экосистемы на примере Шу (для перспективного испытания теории устойчивости речной экосистемы через индекс воздействия весеннего половодья и паводков), будет основываться на динамике биопродуктивности и флористического состава травостоя пойменных лугов в зависимости от водообеспеченности весеннего половодья и паводков. При этом изменение биопродуктивности и флористического состава выступают как один из основных показателей равновесного развития речной экосистемы. То есть изучение развития речной экосистемы нами искусственно ограничивается, во избежание в данном случае многофакторности явления. Хотя следует оговориться, что реакция экосистемы на возмущающие факторы по таким показателям, как соленакопление почв пойменных лугов в толщах корнеобитаемого слоя, аналогичны биопродуктивности травостоя.

Как и другие пойменные луга, пойма р. Шу является наиболее продуктивным естественным кормовым угодьем региона, существование и устойчивость которого базируется и предопределяется в жесткой взаимосвязи с естественным гидрологическим режимом реки. Исследованиям р. Шу посвящено много работ, затрагивающих как гидрологический режим, так и экологические аспекты. Среди них следует отметить фундаментальные работы Б.А. Быкова [1], О.М. Деминой [2] и Р.П. Плисак [5], основанные на стационарных геоботанических исследованиях в пойме р. Шу, проводившихся более 15 лет. Авторами исследована зависимость урожайности пойменных лугов и изменения видового флористического состава травостоя от водности конкретного года. В этих работах подробно освещены результаты детального изучения урожайности, видового состава трав-

стоя и их произрастания по отдельным фазам распределения стока реки внутри вегетационного периода. Результирующими факторами являются выводы за отдельно взятые годы, или иначе, так называемые дискретные случаи из аппарата математической статистики. Но, к сожалению, реальные годы, исследованные авторами, не оценены по водообеспеченности в многолетнем периоде наблюдений. Изменения, произошедшие в гидрологическом режиме р. Шу в последнее десятилетие, привели к полнейшей деградации не только дельтовой части, но и затопляемых пойменных лугов. В связи с чем в настоящее время и на перспективу встает задача восстановления естественного гидрологического режима реки и пойменных лугов как неотъемлемой части речной экосистемы. В перспективном водохозяйственном планировании и оперативном управлении водными ресурсами (при обязательном восстановлении естественного хода гидрологического режима) для достижения максимальной продуктивности пойменных лугов нам необходимо основываться на результатах более длительного, чем 15 лет, режимного парного наблюдения. При этом немаловажную роль играет определение водности отдельно исследованных лет (вышеперечисленными авторами) в многолетнем разрезе. Приходится констатировать, что некоторые реальные годы из этих 15-лет приходится на период нарушенного хода естественного гидрологического режима р. Шу, в связи с вводом после реконструкции, начиная с 1975 года, Таш-Уткульского водохранилища (главного гидроузла), на чью долю выпадает основная зарегулированность водотока. При определении начала хозяйственной деятельности, связанного с крупным забором воды из р. Шу, необходимо помнить о Чумышском ирригационном узле и о Ортогойском водохранилище, хотя их влияние на общий водный потенциал не так велико, как Таш-Уткульского водохранилища. Поэтому в нашем случае приводимые периоды естественного гидрологического режима можно назвать условными. На основе факторного анализа за парными наблюдениями урожайности травостоя (общая зеленая масса и тростниковое сообщество), на низкой и средней пойме реки, приведенные в работах О. Деминной и Р. Плисака [2, 3, 4], с одной стороны, и длительностью затопления поймы, с другой стороны, нами установлены с помощью метода наименьших квадратов количественные связи между двумя этими переменными (корреляционные отношения равны 0,62-0,68).

Как показывает опыт хозяйственных субъектов, установление подобной корреляционной связи урожайности травостоев и внешних природно-климатических факторов является привлекательным аппаратом для прогнозирования продуктивности кормовых угодий и с удовольствием применяется на практике. Закономерность и наличие функциональной связи полученной нами зависимости подтверждаются результатами и других авторов. Например, такие же количественные связи урожайности травостоя и продолжительности затопления поймы получены Н.В. Ткаченко на примере реки Иртыш [6]. Для получения научно обоснованных выводов, повышения точности и надежности инженерных расчетов (т.к. полученные зависимости на основе 15-летнего парного наблюдения недостаточны) ряды парного наблюдения необходимо привести к многолетнему периоду, т.е. необходимо удлинение рядов с помощью математического моделирования процесса. Как показывают 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, из-за ограниченности или отсутствия статистических данных по длительности затопления пойменных лугов рек Казахстана. При переходе от продолжительности затопления к обеспеченности весеннего половодья (обеспеченности за реальные годы, когда наблюдалось затопление поймы), упрощается задача, т.к. отпадает необходимость в определении створов и абсолютных отметок выхода воды на пойму, что, в свою очередь, сопровождалось бы дополнительными расходами на геодезические изыскания. При этом мы считаем, что длительность затопления поймы является дифференцированным 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 или стационарных исследований, подобно работам, организованным Институтом ботаники НАН РК. Поэтому в наших работах мы вместо продолжительности затопления за реальные годы применили обеспеченности весеннего половодья, т.к. наблюдение за гидрологическим режимом реки ведется более длительный период. Прежде чем приступить к приведению (удлинению) данных парных

наблюдений в течение 15 лет к многолетнему периоду, нами проанализирована исходная информация на однородность. Следует отметить, что все методы приведения (удлинения) коротких рядов наблюдений к более длительному периоду базируются на регрессионном анализе, в нашем конкретном случае, выполненном графоаналитическим и аналитическим методами, в основу которых положены данные количественной связи между биологической продуктивностью и обеспеченностью весеннего половодья. Причем данных наблюдений за стоком реки в период весеннего половодья больше чем исходной информации о биологической продуктивности травостоя. В результате удлинения рядов нами вторично получены более тесные корреляционные отношения ($r = 0,73-0,86$), характеризующие хорошую связь между этими двумя величинами (рис.), как на низкой, так и средней затапливаемой пойме.

Установленные корреляционные отношения - параболические и описываются (аппроксимируются) уравнением регрессии

$$y = -const_i(P)^2 + const_j \pm const_k, \quad (1)$$

где y - биопродуктивность травостоя пойменных лугов, ц/га; P - водообеспеченность весеннего половодья и паводка, %; $const_{i,j,k}$ - эмпирические градиенты, отличающиеся для каждой зависимости, полученные для различных частей пойменных лугов.

Полученные зависимости имеют не только математический смысл, но и физическое объяснение и обоснование, т.е. водообеспеченность каждого года выражается через продуктивную влагообеспеченность корнеобитаемого слоя ($P\%$) и соответственно определяется как

$$P_i = W_i - W_s, \quad (2)$$

где W_i - продуктивный влагозапас корнеобитаемого слоя почвы i - го года, мм; W_s - влагозапас почвы, соответствующий завяданию растения, мм.

С учётом этого физического процесса выражение (1) принимает вид

$$y = -const_i(W_i - W_s)^2 + const_j(W_i - W_s) \pm const_k. \quad (3)$$

Дальнейшее преобразование этого уравнения позволяет определить максимальную биопродуктивность

$$dy/d(W_1 - W_3) = -const_1(W_1 - W_3) + const_2. \quad (4)$$

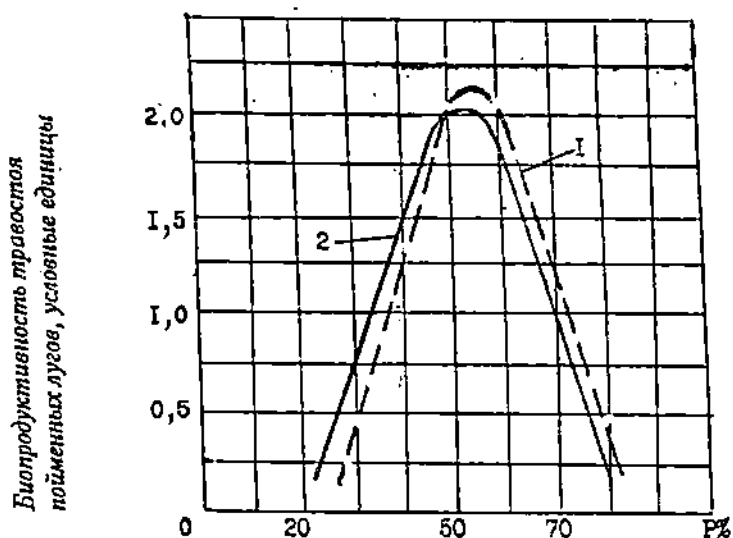


Рис. Зависимость биопродуктивности травостоя пойменных лугов от обеспеченности весеннего половодья и паводков (на примере р. Шу). 1 - средняя пойма; 2 - низкая пойма.

Как видно на графике (см.рис.), максимумы производства травостоя приходятся на средние по обеспеченности ($P=50 \div 60\%$) весеннего половодья годы, тогда как в многоводные и маловодные снижаются. К аналогичным выводам приходит И.С. Никитин (1972 г.) в результате многолетних наблюдений, в центральной части поймы реки Ока. Максимумы урожайности, на примере трех типов заливаемых лугов (мелкоразнотравный на гриве, ползучеразнотравный в ложине, канареечниковый с осокой в ложине), были достигнуты при обеспеченности весеннего половодья для лугов первого типа $45 \div 60\%$, второго и третьего $30 \div 44\%$. Эти же выводы справедливы и в отношении зависимостей, полученных Н.В. Ткаченко [5], где максимумы урожайности приходятся на сроки затопления $20 \div 25$ суток, тогда как превышение или сокращение этих сроков приводят к сни-

жению урожайности. Анализы, проведенные нами в отношении сроков затопления на заливных лугах поймы р. Иртыш, также показывают, что продолжительности затопления сроком 20 ÷ 25 суток, по сути, соответствует средним (50 ÷ 60 %) обеспеченностям весеннего половодья. Таким образом, полученные результаты отличаются тем, что максимальные урожаи пойменных лугов в средние и среднемноговодные годы характерны как в отношении краткопоемной средней поймы, так и длительно затапливаемой низкой поймы (травостой состоит преимущественно из гигрофильных сообществ). Анализом полученной зависимости также установлено, что продуктивность пойменных лугов снижается не только от недостаточной увлажненности, в результате краткопоемности или отсутствия затопления, но и от избытка влаги при продолжительном затоплении.

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 солей и других элементов питания, так как интенсивность данного процесса зависит от энергии, выделяющейся при их дыхании. В результате этого в растениях нарушаются все важнейшие физиологические процессы (фотосинтез, биосинтез углеводов, белков, хлорофилла и т.д.). В таких условиях растение вынуждено переходить на угнетенное или бескислородное дыхание, образуя при этом токсичный для клеток этанол. Длительное затопление также приводит к усилению деятельности в почве различных видов анаэробных микроорганизмов, накапливаются продукты неполного окисления органических веществ, называемые болотными токсинами (метан, аммиак, сероводород, соли закисного железа и т.д.), также угнетающие процессы жизнедеятельности растений. Избыток влаги хорошо переносят только гидро- и гигрофиты, у которых развита аэренхима, обеспечивающая хорошую проводимость кислорода во все органы растения. Более длительное, чем при средней обеспеченности, затопление сопровождается более высокими уровнями стояния грунтовых вод в послепоемное время и ведет не только к снижению урожайности, но и к выпадению или угнетению отдельных видов сообществ, а также потере этими сообществами прежней ценотической роли, развитию и утверждению более гигрофильных видов, входящих в состав

ценоза в виде развитых растений. Например, в долгопоемные годы биологическая продуктивность в общей массе не превышает 80 центнеров с гектара, причем на долю тростникового сообщества приходится около 90 % общего веса скошенного травостоя и лишь 10 % составляет разнотравье, представляющее собой особенную ценность при заготовке кормов. При затоплении средней обеспеченности доля разнотравья в общей массе составляет до 60 % [3].

При краткочасовой или же в годы отсутствия затопления пойменных лугов дефицит водного баланса корнеобитаемого слоя начинает ощущаться до начала вегетационного периода. Однако сохранившийся некоторый запас влаги относительно благоприятствует временному сохранению травостоя только в начале вегетационного периода. При наступлении почвенной засухи из-за отсутствия полноводных и паводковых вод развивается глубокое завядание, следствием чего становится нарастание различных физиолого-биохимических расстройств, охватывающих все жизненно важные функции сообщества растений, что, в свою очередь, приводит к их гибели. Этот процесс выражается, прежде всего, уменьшением дисперсности коллоидов и нарушением конформации мембранных белков. В результате чего механическая прочность мембран снижается, а проницаемость для влаги и веществ увеличивается. Из-за местных разрывов мембран метаболиты (в т.ч. и гидролитические ферменты цитосом) высвобождаются и вступают в реакции взаимодействия, что приводит, в свою очередь, к нарушению упорядоченности биохимических превращений. Таким образом, недостаток почвенной влаги пагубно влияет на белковый синтез. Более того, белки клетки гидролизуются до аминокислот, а аминокислоты затем подвергаются окислительному расщеплению, результатом чего является выделение токсичного аммиака. Как представляется, для каждой совокупности сообществ с одной и той же доминантой или группой доминирования характерен процесс и интервал длительности поемности. Однако это относится только к флористическому составу, а не к объемной массе. Биопродуктивность этих сообществ наравне со связанностью с гидрологическим режимом также зависит от стока взвешенных наносов и гидрохимического режима самой реки. Как отмечалось ранее, вследствие зарегулированности стока водохранилищами и безвозвратных потреблений воды для целей орошения, произошли коренные изменения в естествен-

ном гидрологическом режиме, заключающиеся в выравнивании внутригодового распределения за счет срезки пика весеннего половодья и паводка для их аккумуляирования. При этом изменилась вариация (C_v) и асимметрия (C_s) стока. Например, исследования по восстановлению естественного хода гидрологического режима показывают, что срезка весеннего половодья и паводка составляет 88,2 %, при разнящихся показателях по отдельным месяцам: март 81,5 %; апрель 90,6 %; май 92,3 %. При этом необходимо учесть, что эти весенние три месяца формировали, при естественном гидрологическом режиме, около 40 % годового стока и именно на их долю приходилось продолжительное затопление пойменных лугов. В абсолютных величинах объемы срезки весеннего половодья и паводка по этим отдельным месяцам составляют: 437,9 млн m^3 - март, 225,5 млн m^3 - апрель, 160,7 млн m^3 - май, тогда как объемы попусков, осуществляемых в нижний бьеф Тап - Уткульского водохранилища, выражены в объемах: 96,4 млн m^3 март, 23,3 млн m^3 - апрель, 13,4 млн m^3 - май. Как видно из этих расчетов, основная причина отсутствия затопления пойменных лугов кроется именно в аккумуляировании основной части весеннего стока и в ее последующем безвозвратном потреблении для целей орошения. Разумеется, что вышеприведенные характеристики срезки весеннего стока выявлены для реального года, соответствующего средней обеспеченности водности года, т. е. при $P = 50 \%$. Характер влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим реки при интервале водообеспеченности от 75 % до 95 % еще более губителен для пойменных лугов в низовьях реки, в районе ГП Фурмановка и Уланбель практически отсутствует сток. При этих водообеспеченностях вода полностью разбирается для ирригационных целей. Таким образом, наши исследования по части зарегулированности стока и исследования О.М. Деминой [2, 3] по смене растительности лугов в зависимости от продолжительности затопления показывают, что современная деградация речной экосистемы Шу при сохранении условия затопления: длительное \rightarrow среднемноголетнее \rightarrow краткое \rightarrow отсутствие произошла по следующей схеме:

- на легких по механическому составу почвах: а) болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) \rightarrow настоящие луга (разнотравно - тростниково - вейниковая, разнотравно -

вейниковая с участием ячменя и пырея) → тутай (ивовый, ивово-лоховый, лоховый с разнотравьем и злаками, изреженный лоховый с участием чингиля и тамариска); б) болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) → настоящие луга (разнотравно-тростниково-вейниковая, разнотравно-вейниковая с участием ячменя и пырея) → ячменные луга → разнотравные луга (кермековая с участием соссюрей, солянково-кермековая) → однолетнесолянковые луга (петросимонева, климакоптеровая) → полукустарниковые луга (карабараковая);

- на тяжелых по механическому составу почвах: болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) → солянково-тростниковые луга → тростниково-солянковые луга → эндогенный процесс. При этом необходимо оговориться, что при смене растительности наравне с затоплением пойменных лугов не последнюю роль играют стояние уровня грунтовых вод и соленакопление в почвах пойменных лугов.

Исследования по их влиянию на смену формации растительных сообществ - тема для отдельного разговора и, учитывая вышесказанное, целью настоящей статьи является поиск связи динамики растительности от естественного гидрологического режима реки. Известно, что сток взвешенных наносов, как и водный сток реки, является одним из ведущих факторов литоморфогенеза и почвообразования не только в дельтовых участках, но и в заливаемых пойменных угодьях реки. Кроме того, сток взвешенных наносов, транспортируемых речным стоком, является одним из основных показателей ирригационного качества вод по содержанию элементов питания растений (валового фосфора, калия, гумуса и азота). В настоящее время, наравне с водным стоком, сток взвешенных наносов претерпел коренное изменение. Например, до ввода в эксплуатацию Таш - Уткульского водохранилища (в условно-естественный период гидрологического режима), в среднемноголетнем разрезе за период весеннего половодья, в створе ГП Чапаево сток взвешенных наносов составлял 0,65 млн т в год. При измененном гидрологическом режиме этот сток составляет 0,090 млн т в год, что в семь раз меньше первоначального показателя. Кроме объема стока взвешенных наносов основную роль играет его гранулометрический состав. Например, в стоке наносов р. Шу в период весеннего половодья до 1970 года наносы с диаметром

частиц менее 0,01 мм составляли около 60 % общего объема наносов. На долю наносов с диаметром частиц менее 0,05 мм приходилось порядка 31 %, тогда как крупные наносы составляли примерно 9 %. Гранулометрический состав стока взвешенных наносов весеннего половодья, осуществляемого попусками из водохранилища, выглядит следующим образом: частиц с диаметром менее 0,01 мм - 10 %; частиц с диаметром менее 0,05 мм - 63 %; частиц с диаметром более 0,05 мм - 27 %. Как видно из приводимых фракционных содержаний частиц (представляющих самую ценную часть), взвешенные наносы диаметром менее 0,01 мм уменьшились в шесть раз, тогда как другие крупные фракции увеличились более чем в 2 раза.

В связи с чем необходимо отметить, что при условно-естественном гидрологическом режиме сток взвешенных наносов представлял собой продукт вымывания и смыва со всей площади водосбора (в основном в зоне формирования стока). Теперь сток наносов представляет собой результат переработки берегов самого водохранилища и речных русел, в следствие водной эрозии из-за больших скоростей водного потока при сбросе из водохранилища. Эти стоки взвешенных наносов для травостоя заливных пойменных лугов прежних ирригационных качеств не имеют и как носители элементов питания растений ценности не представляют.

Как показывают результаты исследования внутригодовой динамики минерализации (при условно-естественном гидрологическом режиме), минимальные значения общей минерализации имели место в периоды весеннего половодья, а максимальные - в зимнюю межень, т.е. при подавляющем преимуществе подземной составляющей в питании рек в областях разгрузки конуса выноса. Например, в период весеннего половодья, в створе ГП свх. Амангельды общая минерализация составляла порядка 480 мг/л, при господстве гидрокарбонатов в анионном составе - 200 мг/л, при показателях: сульфатов - 110 мг/л, хлоридов - 28 мг/л. В катионном составе преобладала сумма натрия с калием - 67 мг/л. Далее идут кальций и магний, соответственно равные 42 и 22 мг/л. В зимнюю межень (в среднемноголетнем разрезе) общая минерализация приближалась к 500 мг/л, что, в общем-то, закономерно. Но в катионном составе происходили некоторые перестановки, т.е. увеличилось содержание

кальция до 80 мг/л, при уменьшении суммы натрия и калия до 40 мг/л.

При нарушенном гидрологическом режиме в этих показателях произошли коренные изменения. Например, в зимнюю межень в указанном створе резко возросли показатели сульфатов и хлоридов, соответственно до 1300 и 1500 мг/л при относительной стабильности гидрокарбонатов 220 мг/л. Общая минерализация достигла 4000 мг/л. При этом в катионном составе резко возрастает содержание магния до 420 мг/л, кальция - до 300 мг/л при резком уменьшении суммы натрия и калия (30 мг/л). Причем ранее малозначимые азотные и фосфорные группы (биогены) становятся более осязаемыми. В створе ГП Уланбель произошедшие изменения аналогичны. При показателе общей минерализации зимой 4700 мг/л, наблюдается некоторое уменьшение хлоридов (1340 мг/л) и возрастание сульфатов до 1630 мг/л. В катионном составе при постоянстве кальция (300 мг/л) резко возрастает сумма натрия и калия (до 860 мг/л), наблюдается снижение содержания магния до 320 мг/л. Очевидно, это объясняется сбросом возвратных вод с орошаемых массивов и выклиниванием в зоне гидравлической связи поверхностных и грунтовых вод. В створе ГП свх. Амангельды изменение гидрохимического режима в половодье характеризуется следующим образом.

Увеличение общей минерализации произошло более чем в 2 раза, по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима, и достигло 1080 мг/л. Резко возросло содержание суммы натрия и калия (190 мг/л) при некотором росте кальция и магния (48 и 62 мг/л). Рост наблюдается в содержаниях сульфатов до 415 мг/л и хлоридов до 94 мг/л. Содержание карбонатов 240 мг/л. Створ ГП Уланбель характеризуется минерализацией до 1750 мг/л. Содержание сульфатов - до 600 мг/л, хлоридов - до 390 мг/л, при показателе гидрокарбонатности 280 мг/л. Необходимо подчеркнуть, что наравне с изменением гидрохимического режима реки Шу также наблюдается загрязнение водотока инородными ингредиентами - ионами тяжелых металлов (медь, цинк). Из всего перечня загрязнителей ни один из них не входит в список генетической принадлежности речному бассейну, т.е. все они имеют антропогенное происхождение.

В последнее время основными загрязнителями стока реки стали азот аммонийный (NH_4), азот нитратный (NO_3), азот нитритный

(NO₂), фенолы, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и фтор. Приведем анализы загрязненности реки в замыкающем створе ГП Уланбель, как интегрального показателя загрязненности по всей длине Шу, от трансграничных участков с сопредельной Республикой Кыргызстан. Отсутствие финансирования на подобные исследования не позволяет определять долю составляющих загрязнителей на кыргызстанскую и казахстанскую. Приоритетным загрязнителем в створе ГП Уланбель как был, так и остается азот аммонийный. При лимитировании предельно-допустимой концентрацией 0,5 мг N/л, показатели NH₄ в последнее время колеблются в пределах от 2 ÷ 5 мг N/л в рукаве Большая Арна до 4 ÷ 6 мг N/л в рукаве Малая Арна. Эти показатели превышают ПДК более чем в 10 раз и, согласно классификации Минздрава РК, относятся к опасным явлениям (ОЯ). Превышение содержания фенолов над ПДК обычно наблюдается в пределах двукратного, хотя и были зафиксированы значения опасного явления в рукаве Малая Арна, 0,150 мг/л при ПДК 0,001 мг/л. Превышения предельно-допустимых концентраций фтором ГП Уланбель обычное явление, при показателях ПДК 0,75 мг/л в последнее время фиксируется его содержание 4,5 мг/л. Превышения ПДК синтетическими поверхностно-активными веществами тоже не редкость.

Вследствие загрязненности ухудшается качество речного стока по таким показателям, как содержание растворенного кислорода и биохимического потребления кислорода, характеризующих, как велико потребление кислорода для окислительных процессов содержащихся в воде веществ в аэробных условиях, что, в свою очередь, сказывается на условиях обитания гидробионтов.

В связи с вышеизложенным приходится констатировать, что при сохранении нынешних методов использования водного потенциала р. Шу в ближайшее время река потеряет свою самоочищающую биологическую способность полностью. Качество воды таково, что ее уже невозможно использовать не только в питьевых целях, но и на орошение.

Для восстановления речной экосистемы необходимо осуществлять научно обоснованные экологические попуски из водохранилищ. И эти экологические попуски должны быть обоснованы с уче-

том критериев как устойчивости, так и уязвимости биокomпонентов речной экосистемы к внешним возмущающим факторам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков Б.А. Вводный очерк флоры растительности Казахстана // Растительный покров Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1966. -Т. 1. - С. 3-36.
2. Демина О.М., Арыстангалиев С.А. Луговая растительность Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1986. - 272 с.
3. Демина О.М. Растительность Чуйского геоботанического стационара и ее динамика // Пастбища и сенокосы Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1970. - С. 163 - 175.
4. Плисак Р.П., Огарь Н.П., Аязбаева Г.Ш. Динамика пойменной растительности рек Чу и Или. - Алма-Ата: Наука, 1985. - 202 с.
5. Плисак Р.П. Изменение растительности дельты р. Или при зарегулировании стока. - Алма-Ата: Наука, 1981. - 216 с.
6. Ткаченко Н.В. Пойму Иртыша - на службу животноводству. - Алма-Ата: Кайнар, 1977. - 14 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ШУ ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА ӨЗЕН ЭКОЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЛЫПТЫЛЫҒЫН СЫНАУДАҒЫ БІР ӘРЕКЕТ ЖАЙЫНДА

Геогр. г. канд. М.Ж. Бүрлібаев

Су қорларын пайдаланудағы қазіргі кездегі тұжырым экожүйелік қадамдарға негізделмейді. Онда жер-жерлерде өзен кешенінің толық құлдырауына өкеліп соғатын сыртқы өзгертуші әрекеттер экожүйенің қалыптығына әсері нашар екені ескертіледі. Осы мақалада қалыптылықты сынау теориясының қолданылып жүрген әдістер талдамасы негізінде өзендік экожүйе қалыптылығын жекелеген биокomпоненттер үшін нақтылы бақылаулардың нәтижесінде алынған статистикалық деректерден құрастырылған детерминдендірілген міндеттер арқылы анықтау ұсынылады.

чем по логарифмическому закону, что характерно для устойчивой температурной стратификации, т.е. для $Ri > 0$. Такое несоответствие строения профилей скорости ветра условиям термической стратификации отмечено нами во время двух очень сильных песчаных бурь - в мае 1970 года в Прибалхашье и в июне 1984 года на осушенном дне Аральского моря. В обоих случаях бури проходили над поверхностями, сложенными мелким песком $x_0 \in [90 \text{ мкм}, 110 \text{ мкм}]$. Буря в Прибалхашье была кратковременной и получено лишь 4 таких профиля ветра с ускорением потока [6]. Буря на дне Арала 15-16 июня 1994 года длилась около суток. Измерения на мачтах проводились 16 июня с 7 час 45 мин до 19 час 20 мин местного времени. Профили скорости ветра с ускорением потока наблюдались нами в течение 8 часов. Объяснение этого интересного природного феномена даст теория развитых пыльных бурь Г.И. Баренблатта и Г.С. Голицына [2,7].

Часть энергии турбулентности, получаемой пульсациями от среднего движения, затрачивается потоком на подъем и транспортировку частиц песка. Баренблатт и Голицын теоретически показали, что при насыщении потока мелкими частицами пыли повышается его устойчивость и уменьшается турбулентность. Поэтому такой поток движется быстрее по сравнению с чистым воздушным потоком. Баренблатт и Голицын представили уравнение баланса пульсационной энергии для несущего частицы твердой фазы потока в следующем виде:

$$\rho \cdot \overline{u'w'} \cdot \frac{du}{dz} + \varepsilon + \sigma p g s' w' - \frac{\rho}{\theta} g \theta' w' = 0. \quad (2)$$

Здесь ρ - плотность суспензии, u и w - продольная и вертикальная компоненты вектора скорости суспензии, ε - диссипация пульсационной энергии единичного объема, s - объемная концентрация, $\sigma = (\rho_p - \rho_g) / \rho_g$ - превышение плотности частиц ρ_p над плотностью газа ρ_g , штрихами обозначены пульсации случайной величины, чертой сверху - средние значения.

Физический смысл уравнения достаточно прост и ясен - энергия, получаемая полем пульсации от среднего движения, расходуется на диссипацию ε , взвешивание частиц пульсациями скорости (третий член уравнения) и работу против сил плавучести (четвертый член). Далее они представили это уравнение в форме

схеме комплексного использования. Для оптимального решения вопросов необходима разработка единой системы критериев по восстановлению и сохранению речных экосистем, включающих различные аспекты водоохранной деятельности, в том числе определение ее устойчивости к антропогенным воздействиям. В настоящее время при разработке схем комплексного использования водных ресурсов, применяются лишь критерии оценки водных объектов с гигиенических и рыбохозяйственных позиций. Рекомендации подчинены обоснованию минимально необходимых расходов и санитарных попусков в нижний бьеф водохранилищ, что даже отдаленно не отвечает требованиям и нуждам речной экосистемы. Результатом является современное трансформирование экосистем почти всех крупных рек республики в силу изменения естественного гидрологического и гидрохимического режимов под влиянием многофакторного антропогенного воздействия. В современных условиях нет единой общепризнанной системы критериев (во взаимосвязи с совокупностью правил водоохранных мероприятий), и разработка ее не представляется возможной. Например, нет единства мнений относительно экологических критериев благополучия речных комплексов. В качестве основных показателей благополучия речной экосистемы различные авторы предлагают рассматривать такие признаки, как целостность, стабильность, надежность, буферность, аномальность, управляемость, бонитетность по народно-хозяйственной значимости и т.д. Согласитесь, что при столь широком разбросе мнений по предлагаемым критериям возникает вопрос о целесообразности их объединения в единую систему для разработки комплексной оценки по приоритетности. На наш взгляд, первоочередного рассмотрения и обоснования требуют критерии устойчивости речных экосистем по отношению к возмущающим воздействиям. В этой связи считаем необходимым отметить работы В.А. Светлосанова [8], Ю.М. Свирежева и Д.О. Логофет [7], В.Д. Федорова и С.А. Соколовой [9], Б.М. Миркина и Г.С. Розенберга [6], А.П. Левич [3] и других. В этих работах само понятие устойчивости как интегрального показателя организации экосистемы трактуется по-разному и порою определения взаимно исключают друг друга. Представляется, что различное толкование понятия устойчивости экосистемы изначально связано не с терминологической неточностью, а с различными подходами в понимании сущности проблемы. Анализ

работ, посвящённых определению устойчивости экосистем, по характеру и направлению можно разделить на следующие группы: теоретические, базирующиеся на изучении математических моделей популяций и биологических сообществ по схеме "хищник-жертва"; экспериментальные, основанные на исследованиях природных экосистем на физических моделях; экспериментально-теоретические, включающие в себя два первых подхода. Не акцентируя внимание на положительных и отрицательных сторонах применения этих оценок, необходимо подчеркнуть, что полученные результаты зачастую носят абстрактный характер из-за отсутствия во вводимой исходной информации реальных статистических данных, наблюдаемых как в естественном режиме, так и изменённом, под влиянием антропогенных факторов, состоянии экосистемы. Единственным исключением из вышеперечисленных работ являются разработки В.Д. Федорова и С.А. Соколовой [9], где устойчивость экосистемы Карельского побережья Белого моря определяется как среднеквадратичное отклонение от среднеарифметического значения величины за многолетний период наблюдений. Необходимо уточнить, что экосистема моря, по сравнению с речной, из-за отсутствия стохастической природы стокообразующих факторов всегда имеет относительную устойчивость в силу малых отклонений за отдельные годы от среднемноголетних значений. В случае отклонения отдельных компонентов экосистемы на короткий промежуток времени, физика процесса стабилизации моря в принудительном порядке эти возмущающие факторы приводит к среднемноголетнему показателю (за исключением крупных морских аварий), за счет чего, собственно, и обеспечивается устойчивость морской экосистемы.

В настоящей работе делается попытка приблизить результаты математического моделирования устойчивости речной экосистемы р. Шу к реальности за счет использования в детерминированной модели стохастических данных динамики экосистемы, полученных в результате многолетних наблюдений за биопродуктивностью травостоя, соленакопления в корнеобитаемом слое почв и водообеспеченностью весеннего половодья и паводков (рис.).

Для оценки устойчивости в декартовых координатах зависимости всех биокомпонентов речной экосистемы от обеспеченностей весеннего половодья и паводков приведены в модульных коэффици-

Биопродуктивность, воспроизводство и
соленаккумуляция, условные единицы

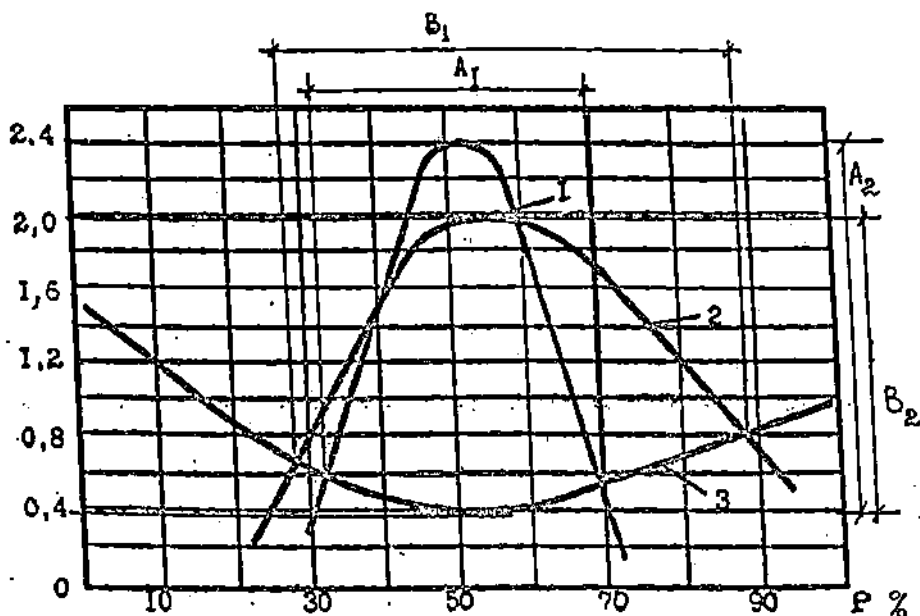


Рис. Зависимость биопродуктивности пойменных лугов (1), воспроизводства рыбных запасов по Б. Фацевскому (2) и соленакопления почв пойменных лугов (3) от обеспеченности весеннего половодья и паводков (P %) на примере реки Шу, A_1, A_2, B_1, B_2 - ограничение области определения функции.

ентах. При этом гомеостатическая кривая Б. Фацевского по воспроизводству рыбных запасов будет служить дополнительным критерием контроля правильности решаемых задач. Выше подчеркнуто, что в математической теории устойчивости существует достаточное множество определений этого понятия. Одно из основных - это устойчивость по академику А. Ляпунову [4,5]. Следует оговориться, что далее нас будет интересовать устойчивость только стационарных решений относительно оси точек перегиба парабол как биопродуктивности, так и соленакопления почв пойменных лугов при водообеспеченности $P = 50-60$ %, для которых значения ни одной переменной не равны нулю или бесконечности. В противном случае это будет решение задачи не устойчивости речной экосистемы, а нечто другое. При этом

нами будут преобразовываться критерии устойчивости А. Ляпунова, т.е. параметры ограничиваются как сверху (максимумы биопродуктивности травостоя пойменных лугов и воспроизводства рыбных запасов), так и снизу (минимальное соленакопление почв) в строгом соответствии с математическими выкладками выдающихся советских математиков Л.Понтрягина, Л.Кудрявцева и других для решения подобных задач. Как принято на практике, так и в нашем случае решения статических и динамических задач и их теоретическое обоснование будет проводиться с использованием интегральных и дифференциальных уравнений. Из графического изображения видно (см.рис.), что ограничения области определения функции принимают вид неправильной формы эллипсоида, и что очень важно, необходимость такого ограничения объясняется тем, что при отрицательном решении устойчивости речной экосистемы можно вести речь об периоде стабильности или оптимума в заданном отрезке водообеспеченности. Как показывает анализ полученных зависимостей области определения функции, а также в соответствии с вышеизложенным, становится очевидным, что фазовое пространство системы уравнений, описывающей нормальное функционирование речной экосистемы, распадается на условные три области. Первая область - многоводный период с обеспеченностью $P = 1-50\%$ и стремящийся к среднегодовому для достижения максимума биопродуктивности травостоя и к минимуму соленакопления. Вторая область - с водообеспеченностью в пределах от 51 до 60 % при относительной стабильности или оптимума биопродуктивности и соленакопления. Третья область - период перехода от среднегодового к маловодному периоду с водообеспеченностью от 61 до 99,9 %, при снижающейся биопродуктивности и повышении соленакопления. Предварительный анализ показывает, что при стабильности стохастичной природы стокообразующих факторов, безо всякого ущерба для решаемых задач целесообразно объединить первую и третью область (многоводный и маловодный периоды) в область периодических решений с целью уменьшения численности фазового пространства системы уравнений. В результате этого объединения получаем две области автономно существующего режима речной экосистемы.

При нормальной автономной системе устойчивое состояние равновесия определяется, исходя из

$$y' = f_i(\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_n), \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

где y' - производная функции dy/dP . Величина векторного производного записывается как $\bar{y}' = f(\bar{y})$. Из условия нормального функционирования речной экосистемы относительно функции $f_i(y_1, \dots, y_n)$ при $i = 1, \dots, n$, мы будем предполагать, что их значения определены и имеют непрерывные частные производные первого порядка в некоторой области Δ пространства переменных y_1, \dots, y_n . При установлении критерия устойчивости будем исходить из условия, что $f_i(y_1, \dots, y_n)$ имеет в области Δ непрерывные частные производные второго порядка. Положения равновесия $\alpha(a_1, \dots, a_n)$ из $\bar{y}' = f(\bar{y})$ следует считать устойчивым, если всякое решение этого уравнения, исходящее из точки $P = x_i$ (достаточно близкой к α), остается в дальнейшем без изменения. В противном случае, т.е. при наличии отклонений от положения равновесия, вызванных случайным возмущением, может произойти нарушение состояния нормального функционирования экосистемы. Через $\varphi(P, \rho)$ обозначим решение уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$ с начальными параметрами $P = x_i$ и $y_i = \rho$. В этом случае $\varphi(P, \rho)$ есть векторная функция скалярного переменного P и векторного переменного ρ , удовлетворяющая условию $\varphi(x_i, \rho) = \rho$. Положения равновесия α уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$ считается устойчивым, если они отвечают двум критериям А. Ляпунова. При этом устойчивость положения равновесия α называется асимптотически устойчивой, если существует настолько малое число (положительное) $\gamma < \alpha$, что при $|\rho - \alpha| < \gamma$ есть $\lim_{P \rightarrow x_n} [\varphi(P, \rho) - \alpha] = 0$, то есть α и есть малое положительное число А. Ляпунова. В подобных случаях при установлении критерия устойчивости положения равновесия нелинейной системы пользуются так называемым дифференцированием в силу системы уравнений. Дифференцируемые функции переменных P_1, \dots, P_N определяются из области Δ и записываются как $F(\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_n) = F(\bar{y})$. Их производная по P с учётом уравнения (1) в точке $y = (y_1, \dots, y_n)$ определяется из условия, что $\varphi(y)$ есть решение уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$ и удовлетворяет значению $P = P_0$ при началь-

ных параметрах $\varphi(P_0) = y$. Производная $F'_i(y)$ из уравнения (1) определяется как $F'(y) = (d/dP)F[\varphi(P)]$ при $P = P_0$ или же при полном преобразовании принимает следующий вид:

$$F'(y) = \sum_{i=1}^n \mathcal{F}(\bar{y}) / \mathcal{F}[\varphi_i(y)] \quad (2)$$

Из этого соотношения видно, что производная $F'(y)$ не зависит от решения $\varphi(P)$ и однозначно определяется выбором точек P . При определении автономности из уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$ необходимо учитывать, что функция $\varphi(P, \rho)$ удовлетворяет тождеству $\varphi(P, \varphi(\tau, \rho)) = \varphi(\zeta + P, \rho)$, где ζ соответствует некоторым фиксированным числам. При доказательстве справедливости этого выражения предположим, что $\eta = \varphi(\zeta, \rho)$, и далее рассмотрим решения $\varphi_i(P) = \varphi(P, \rho)$ уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$. Так как $\varphi(P, \rho)$ и есть решение уравнения $\bar{y}' = f(\bar{y})$, то в силу предполагаемой автономности решением является также и функция $\varphi_i(P)$. Вследствие чего определяемое соотношение принимает вид $\varphi_i(P) = \varphi(P \pm \zeta, \rho)$. Таким образом, получаем два решения $\varphi_i(P)$ уравнения $y' = f(y)$, откуда следует, что $\varphi_i(x_i) = \varphi(x_i, \eta) = \eta$ и $\varphi_j(P) = \varphi(\zeta, \rho) = \eta$. Эти решения имеют общие начальные значения и потому совпадают, что, в свою очередь, означает выполнение условий вышеприведенного тождества. Следует заметить, что при раскладке доказательств теории устойчивости основную роль играет положительно определенные функции А. Ляпунова. Первоначально необходимо обратить внимание на некоторые особые свойства функции и только после этого приступать к построению самой функции. Например, при определении переменного вектора n -мерного пространства необходимо исходить из того, что $\bar{y} = (\bar{y}_1 \dots \bar{y}_n)$, где квадратичной формой от вектора \bar{y}_n называется его функция $w(y)$, определяемая из $w(y) = \sum \omega_{ij} y_i y_j$. При этом $\omega_{ij} = \omega_{ji}$ и они являются действительными числами. Квадратичная форма $w(y)$ является положительно определенной, если выполняются условия $u \neq 0$ и, следовательно, $w(y) > 0$. Как показывает практика, для любой положительно опреде-

ленной квадратичной формы всегда можно подобрать два таких положительных числа, как μ и ν , при которых для произвольного вектора \bar{y} имеет место неравенство $\mu|y|^2 \leq w(\bar{y}) \leq \nu|y|^2$. Откуда следует, что для произвольного \bar{y} имеет место также неравенство $|y| \leq \sqrt{1/\mu[w(y)]}$. Для доказательства существования чисел μ и ν рассмотрим значения функции $w(\rho)$, когда вектор ρ принадлежит единичной сфере эллипсоида и удовлетворяет условию $|\rho| = 1$. Так как оперируемый эллипсоид представляет собой замкнутое ограниченное множество, а функция $w(\rho)$ непрерывна, то на сфере она достигает минимума μ и своего максимума ν . Известно, что если векторы сферы отличны от нуля, то числа μ и ν положительны. При этом допускаем, что y - произвольный вектор, тогда мы имеем $y = \lambda\rho$, где вектор ρ принадлежит сфере и для него выполняется неравенство $\mu \leq w(\rho) \leq \nu$. Умножая это неравенство на λ^2 , получаем опять $\mu|y|^2 \leq w(y) \leq \nu|y|^2$. При переходе к построению функции А. Ляпунова предположим, что выполняется условие $y'_i = \sum a_{ij}y_j$, где $i = 1, \dots, n$. Таким образом получаем линейную однородную систему уравнений с постоянными коэффициентами, причем все собственные значения матрицы $A = \|a_{ij}\|$ имеют отрицательные действительные части. В противовес этому существует положительно определенная квадратичная форма $w(y)$, производная которой с учётом y'_i удовлетворяет соотношению $w'(y) \leq -\beta w(y)$, где под y - подразумевается произвольный вектор, а под β - положительное число, независящее от вектора \bar{y} . При построении и анализе функции А. Ляпунова $w(y)$ будем считать, что полученная система уравнений в ходе решения y'_i не что иное, как скалярная запись векторного уравнения $y' = ay$. Решение уравнения $y' = ay$ с начальными параметрами x_i , ρ будут обозначены через $\psi(P, \rho)$ и, соответственно, отсюда следует, что $\psi(P, \rho) = \sum \rho_i \psi_i(P)$. С учётом предыдущих записей

внесем $w(\rho) = \int |\psi(\tau, \rho)|^2 d\tau$. Полностью преобразовывая $\psi(P, \rho)$, запишем

$$w(\rho) = \sum_{j=1}^n \rho_j \rho_j \int_1^n |\psi_j(\tau), \psi_j(\tau)| d\tau. \quad (3)$$

Так как каждая функция $\psi_j(\rho)$ удовлетворяет неравенству $|\psi(P, \rho)| \leq r|\rho|e^{-\alpha P}$ при $P \geq 0$, то каждый несобственный интеграл первой части уравнения (3) сходится и является в конечном итоге доказательством того, что $w(P)$ есть квадратичная форма относительно вектора ρ . Квадратичная форма является положительно определенной, так как при $\rho \neq 0$ подинтегральное выражение в уравнениях положительно и, следовательно, $w(\rho) > 0$. После чего необходимо определить производную $w'(\rho)$ функции $w(\rho)$ с учетом уравнения y_i' . Для этого целесообразно провести точку ρ для решения $\psi(P, \rho)$ и приступить к определению производной (при $P = x_i$) от функции $w[\psi(P, \rho)]$. Изначально известно, что

$\psi[\tau, \psi(P, \rho)] = \psi(\tau + P, \rho)$; и как результат, получаем

$$w'[\psi(P, \rho)] = \int_1^n |\psi[\tau, \psi(P, \rho)]|^2 d\tau = \int_1^n |\psi(P + \tau, \rho)|^2 d\tau = \int_1^n |\psi(\tau, \rho)|^2 d\tau. \quad (4)$$

Таким образом, уравнение принимает вид $w'(\rho) = -|\rho|^2$ и с учетом выражения $\mu|P|^2 \leq w(P) \leq \nu|P|^2$ окончательно выглядит следующим образом: $w'(\rho) \leq -1/w(\rho)$, что, в свою очередь, является доказательством неравенства $w'(\rho) \leq -\beta w(\rho)$. Дальнейшие исследования показывают, что критерии устойчивости А. Ляпунова в данном случае не выполняются, потому как в совокупности значений матриц $A = \|a_{ij}\|$ отсутствуют отрицательные действительные части и, как следствие, положения равновесия системы уравнения $y_i = f_i(y_1, \dots, y_n)$ при $i = 1, \dots, n$ не могут считаться асимптотически устойчивыми. Например, необходимым условием устойчивости матрицы $A = \|a_{ij}\|$ второго порядка служит неравенство $a_{11} + a_{22} < 0$, из чего

ясно, что обе части уравнения принадлежат разным знакам и теряют устойчивость. Поэтому в данном конкретном случае можно вести речь о неустойчивости положений речной экосистемы. Определяемые критерии неустойчивости могут служить только ориентиром для определения отклонений функционирования речной экосистемы от нормального среднего, где отмечаются максимумы биопродуктивности травостоя в средней пойме и минимумы соленакопления в почвах в зависимости от водообеспеченности весеннего половодья и паводков. В качестве дополнительного доказательства отсутствия устойчивости приведем то, что при вводе в решаемые уравнения положительного числа δ всякое решение $\varphi(P, \rho)$ уравнения $y' = f(\bar{y})$, начинающееся в точке $\rho \neq a$ эллипсоида $|\rho - a| < a$, обязательно покинет пределы замкнутой сферы. Как и ранее, будем считать, что $a = x$, наряду с уравнением $y' = f(\bar{y})$, для которого все собственные значения матрицы $\partial f|a| / \partial P$, имеют положительные действительные части. Рассмотрим уравнение следующего вида $y' = -f(\bar{y})$. Применительно для этого выражения воспользуемся известным уравнением А. Ляпунова $w(\bar{y})$, удовлетворяющим неравенству $w'(y) \leq -2\alpha w(y)$ при обязательном выполнении условия $w(P) \leq c$. После полного преобразования получаем

$$w'(y) = \sum_{i=1}^n \partial w(y) / \partial y_i [-f_i(y)] \leq -2\alpha w(y), \quad (5)$$

или, иначе говоря, $w'(y) \geq 2\alpha w(y)$.

Приведенное неравенство изначально верно при выполнении условия $w(y) \leq c$. Так как в данном случае $\rho \neq 0$, то при $\omega(P) \geq 0$ можно произвести следующие преобразования с учетом неравенств:

$$a) \omega'(P) / \omega(P) \geq 2\alpha, \text{ то } \int_1^n [\omega'(P) / \omega(P)] dP \geq 2\alpha P \text{ при } P = 0, \quad (6)$$

$$b) \omega(P) \geq \omega(x_i) e^{\alpha P}, \text{ то } \omega[\varphi(P, \rho)] \geq \omega(\rho) e^{2\alpha P}. \quad (7)$$

Из этого следует, что при росте и снижении водообеспеченности (относительно точки перегиба), точка $y = \varphi(P, \rho)$ непременно выходит за границы эллипсоид и, следовательно, покинет его внут-

ренную область, т.е. область определения функции. Таким образом, эти выводы служат дополнительным доказательством того, что траектория $y = \varphi(P, \rho)$ при $\rho \neq 0$ обязательно окажется вне площади рассматриваемого эллипсоида. Иначе говоря, в данной ситуации нет устойчивости в понимании применительно к теории машин и механизмов, а есть только относительное равновесное положение речной экосистемы, обеспечение которого определяется в жесткой взаимосвязи с гидрологическим режимом водотока и сопутствующими ему факторами.

Действительно, анализ устойчивости речной экосистемы позволяет судить о ее состоянии в период естественного гидрологического режима. В связи с чем целесообразно оценивать также толерантность экосистемы, то есть находить пределы допустимых значений по каждому экологическому фактору, участвующему в определении устойчивости, за границами которых экосистема теряет свойства устойчивости. Как ранее отмечалось [1, 2], исходя из физико-географических условий рассматриваемого региона, пустынный климат оказывает на речную экосистему постоянное контролирующее воздействие.

При антропогенном изменении естественного хода гидрологического режима и сокращении объемов паводкового стока для ландшафтов низовий реки Шу наиболее устойчивым является опустыненное состояние. Но устойчивое опустыненное состояние ландшафта не является оптимальным для функционирования входящей в него речной экосистемы.

Необходимо разработать комплекс взаимосвязанных мероприятий для поддержания природной системы (геосистемы в целом) в состоянии постоянного и устойчивого равновесия. Поэтому в настоящее время стала насущной проблема восстановления (до первоначального) деградированных речных экосистем путем научного обоснования остаточного экологического стока рек.

При этом остаточный экологический сток реки, в виде гидрографа внутригодового распределения, должен присутствовать постоянно как элемент природы, а не осуществляться эпизодично, как ныне практикуемые минимально необходимые расходы (или санитарные попуски).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачев В.П. Устойчивость дельтовых геосистем к внешним воздействиям// Вестн. КазГУ. - 1995. - № 2. - С. 43-52.
2. Джаналиева Г.М., Богачев В.П. Ландшафты современной дельты реки Или. - Алма-Ата: Изд-во КазГУ. - 1992. - 184 с.
3. Левич А.П. Понятие устойчивости в биологии// Человек и биосфера. - 1976. - Вып.1. - С. 138 - 174.
4. Ляпунов А.М. Исследование одного из особенных случаев задачи об устойчивости движения - Л.: ЛГУ, 1963. - 116 с.
5. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения (Рассуждения А. Ляпунова) - Харьков: Изд-во Харьковского математического общества, 1892. - 250 с.
6. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Системный подход к фитоценологии// Журнал общ. биологии. - 1978. - Т. 39, № 2. - С. 167 - 178.
7. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. - М.: Наука, 1978. - 352 с.
8. Светлосанов В.А. О стабильности экосистем// Вестн. МГУ. - 1976. - № 4 - С. 89 - 94.
9. Федоров В.Д., Соколова С.А. Опыт оценки устойчивости водной экосистемы// Гидробиологический журнал. - 1973. - Т. IX, № 2. - С. 11 - 14.

Казахский научно - исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ШУ ӨЗЕНІ ЖАЙЫЛМАЛАРЫНДАҒЫ ШАЛҒЫНДЫ ШӨПТЕСІНДЕРДІҢ БИООНИМІЛІГІ ӨЗЕНДІК ЭКОЖҮЙЕНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ДАМУЫНЫҢ ИНДИКАТОРЫ ІСПЕТТІ

Геогр. ғ. канд. М.Ж. Бүрлібаев

Өзендік экожүйенің қалыптшылығын сынау жөніндегі зерттеулер осы іспетті міндеттерді шешу өзендік кешенің жекелеген биологиялық компоненттерінің динамикалық қозғалысының теңсалмақтық жағдайына объективті баға беру негізінде ғана мүмкін болады. Ұзақ мерзімді шынайы бақылаудың деректерін пайдалана отырып, биоонімділік мысалында өзендік экожүйенің динамикалық дамуың көрсетуге талпыныстар жасалды.

УДК 556.16.001.24(574)

О ФОРМИРОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСХОДОВ ВОДЫ В РЕКАХ

Доктор геогр. наук Р.И. Гальперин
 М.М. Молдахметов

Проведен статистический эксперимент с рядами стока в равнинном Казахстане. Сделан вывод, что произошедшие здесь изменения водности рек обусловлены не только хозяйственной деятельностью на водосборе, но и климатическим непостоянством.

Хотя в последние десятилетия много внимания уделялось свойствам и структуре гидрологических рядов [4, 5, 9, 10, 12], к настоящему времени в гидрологии сложилась ситуация, когда любой вариант обработки временного стокового ряда может вызвать обоснованные возражения. Что представляет собой статистический ряд? Надо ли учитывать климатические тенденции и антропогенные воздействия и с какого момента? Какой вариант их учета принять? Вопросов больше, чем ответов на них.

В капитальном труде [8], выполненном ГТИ - ведущей научной гидрологической организацией СНГ, проанализированы ряды годового стока продолжительностью 40 лет и более по 509 гидропостам на всей территории бывшего СССР и сделан вывод, что нестационарных из них лишь 6-7 %. Поскольку налицо определенные климатические и значительные антропогенные изменения водности рек, особенно на водотоках юга ЕТС, Казахстана и Средней Азии, не может не вызвать скепсиса как само это заключение, так и статистические предпосылки, положенные в его основу. Принцип "презумпции однородности рядов" приводит к слишком большим различиям в размерах доверительной и критической областей статистического спектра.

Общеизвестны значительные временные изменения водности рек в различных регионах земного шара [1, 4, 7, 11, 13]. Попытки отнести их всецело за счет как климатических, так и антропогенных факторов, по-видимому, недостаточно корректны. Очевидно, целесообразно разделение этих составляющих. Но такое разделение встречает значительные трудности, особенно в специфических условиях равнинного Казахстана.

Равнинный Казахстан - та его часть, где формируется сток, - находится в особых гидрологических условиях: на стыке бессточных районов Средней Азии - юга Казахстана и Западной Сибири - ЕТС, где сток устойчивый. Поэтому в одни годы особенности формирования стока в северной половине Казахстана приближаются к условиям пустынь, в другие - к условиям районов с устойчивым стоком. Это, в дополнение к исключительной внутrigодовой неравномерности стока, обуславливает огромный межгодовой размах колебаний его годовых и максимальных значений даже для сравнительно крупных рек - рекордный для континента [10], а может быть, и для всей суши.

Если исследование антропогенных воздействий на сток в любом регионе наталкивается на значительные трудности, то для равнинного Казахстана они особенно велики. Труднее, чем в других районах, выделить их при колоссальных фоновых, климатических, вариациях стока. При этом несравненно возрастает роль различий таких воздействий в маловодные и многоводные годы. Помимо того, в специфических условиях равнинного Казахстана эффект воздействий трудно оценить еще и по следующим причинам: слабая связь стока с метеорологическими показателями, слабые пространственные связи и нет надежных рек-аналогов, в бассейнах которых антропогенные воздействия незначительны. Все это существенно снижает возможности применения как статистического, так и водно-балансового методов, и затрудняет создание базы для математического моделирования.

В работах [2, 3] показано, что годовой, а тем более максимальный сток по основным рекам равнинного Казахстана за период наблюдений снизился до 40-60 %, очень существенно уменьшилась и его абсолютная изменчивость. В.А. Семенов [11] считает эти изменения результатом хозяйственной деятельности на

водосборе, климатический тренд автором отрицается. Но основные изменения произошли сразу после 30-40-х годов, то есть до освоения целины и вообще до значительной активизации хозяйственной деятельности в бассейнах рек. Ранее показано, что статистические свойства рядов стока и уровней воды в очень большой степени зависят от состава исходного ряда, за пределами 30-40-х годов они значительно меняются: ослабевает тенденция к группировкам лет одной градации водности, ряды мало отличаются от случайных последовательностей, слабо выражен многолетний тренд, уменьшаются вариации стока. В этих условиях даже неискаженные натурные ряды за счет климатических колебаний давали бы значительное изменение своих параметров от периода к периоду. Поэтому статистический метод не может обеспечить надежных результатов при выявлении антропогенных влияний.

В этом плане небезынтересно проведение статистического эксперимента, который позволил бы оценить роль различных по водности лет в формировании значений параметров временного ряда. Это особенно полезно при выявлении воздействия водохранилищ на параметры максимального стока ниже плотин. Ведь одни водохранилища срезают пики редкой повторяемости, другие в случае выдающегося половодья "работают по гидрографу", сбрасывая почти неискаженный максимальный расход воды. С другой стороны, малые паводочные волны неизбежно трансформируются значительными водохранилищами

Кому часто приходилось "от руки" вычислять параметры распределения стока, знают, что большинство членов ряда играют роль "статистов", а сами эти параметры, в особенности коэффициент вариации C_v , определяются во многом несколькими крайними членами ранжированного ряда - самыми большими и самыми малыми значениями расходов воды. В равнинном же Казахстане, с его колоссальными вариациями стока, картина еще определеннее: основную роль играют именно самые высокие расходы воды. Действительно, в известную формулу для расчета C_v входит квадрат отклонения модульного коэффициента каждого года от единицы, $\sum(K - 1)^2$. Даже при близком к нулю расходе воды в маловодные годы значение этой величины не превысит единицу. Если же вариации стока очень велики, то в выдающиеся по водности

годы расход воды (максимальный, годовой) может превосходить математическое его ожидание в несколько раз, что после возведения $(K - 1)$ в квадрат предопределяет огромную их роль в формировании самой величины C_v . И на норму стока выдающиеся по водности годы влияют больше маловодных, не говоря уже о годах, близких к средним.

Первый эксперимент отвечает на вопрос, как сказываются самые маловодные и многоводные годы на математическом ожидании и среднем квадратическом отклонении (стандарте) максимальных расходов воды. Взяты створы р. Урал - с. Кушум и р. Ишим - г. Акмола. Первый включает 81 год - с 1912 по 1992 год, второй 53 года - с 1938 по 1990 год. Из рядов последовательно удалено по 1, 3, 5 самых маловодных и самых многоводных лет. Заметим, что однородность ряда здесь не обязательна, ведь можно было бы проводить эксперимент и по моделированным рядам.

Изъятие из ряда даже одного, самого выдающегося по значению максимального расхода года, заметно снижает норму и стандарт, соответственно на 5-7 и 8-11 % (табл. 1). Изъятие же пяти самых многоводных лет исказило бы параметры распределения очень значительно, соответственно на 21-25 и 31-34 %. Исключение из ряда маловодных лет сказывается на параметрах значительно меньше: оно практически не меняет стандарта, эффект увеличения нормы в несколько раз меньший, чем от изъятия первых членов ряда (при обратном знаке воздействия).

Но агромероприятия, мелкие водохранилища и пруды как раз не уменьшают высокие годовые, а тем более максимальные расходы воды. Расходы могут даже несколько увеличиться [13 и др.]. Правда, эти виды хозяйственной деятельности уменьшают не только низкие расходы, но и средние, поэтому их эффект может быть большим, чем при исключении из ряда самых маловодных лет.

Эксперимент второй. В [6] приведен пример расчетного снижения стока по притоку Ишима - р. Акканбурлук : средний годовой расход обеспеченностью 5 % за счет агротехнических мероприятий увеличен на 4 %, в средний по водности год сток меньше на 40 %, а расход обеспеченностью 95 % - на 60 %. Примем эти данные для створа р. Ишим - г. Астана. По трем точкам построена кривая обеспеченности средних годовых расходов воды (%) и для

каждого года ранжированного ряда введена соответствующая поправка. Результаты расчетов следующие.

Таблица 1

Изменение характеристик максимального стока при
изъятии из ряда экстремальных лет

Число исключенных лет	р. Урал – с. Кушум				р. Ишим-г. Акмола			
	$\bar{Q}, \text{ м}^3/\text{с}$	$\sigma, \text{ м}^3/\text{с}$	$\Delta\bar{Q}, \%$	$\Delta\sigma, \%$	$\bar{Q}, \text{ м}^3/\text{с}$	$\sigma, \text{ м}^3/\text{с}$	$\Delta\bar{Q}, \%$	$\Delta\sigma, \%$
0	2860	3210			238	246		
	Многоводные годы							
1	2720	2980	-4,9	-7,7	222	220	-6,7	-11
3	2470	2530	-14	-21	195	177	-18	-28
5	2260	2230	-21	-31	179	162	-25	-34
	Маловодные годы							
1	2890	3220	+1,1	+0,2	242	246	+1,7	0
3	2960	3240	+3,3	+0,8	252	247	+6,1	+0,4
5	3020	3250	+5,5	+1,4	262	247	+10	+0,4

Для натурального ряда $Q_{\text{год}}$ равен $5,41 \text{ м}^3/\text{с}$, σ составляет $4,51 \text{ м}^3/\text{с}$, для моделированного ряда соответственно $4,23$ и $4,81 \text{ м}^3/\text{с}$. Стандарт увеличился на 6% , средний сток снизился на 22% , что, кстати, совпадает со значением, приводимым В.Е. Водогрецким [13] для всего бассейна Ишима. Коэффициент вариации мало изменился, с $0,84$ до $0,88$. Известно, что при освоении целины этот бассейн подвергся значительной распашке, так что данный эффект можно считать близким к предельному.

Эксперимент третий. Предположим, что все наибольшие из максимальных расходов воды снижаются гипотетическим водохранилищем до одного значения максимального расхода 10% обеспеченностью. Тогда вышеупомянутый ряд по Уралу дает средний

Q_{\max} равный 2600 м³/с, а σ составляет 2520 м³/с, т.е. средний максимальный расход снижается на 9 %, а стандарт - почти на 22 %. Близкие значения трансформации для такого случая дает и ряд по р. Ишим - г. Астана: Q_{\max} составляет 212 м³/с, а стандарт 184 м³/с, что соответствует снижению на 11 и 25 %.

Фактически многие водохранилища многолетнего регулирования не влияют на пики редкой повторяемости. Так, по данным Целиноградского управления мелиорации и водного хозяйства за 1986 год, "снижение уровней р. Ишим при искусственном регулировании затворами Вячеславского водохранилища при 2 %-ой обеспеченности половодья будет незначительным" (здесь и ниже - сведения из официальной переписки института "Энергия" - бывшего Казэнергопроект). По данным Союзводоканал-проекта для Каратомарского водохранилища на Тоболе в 1965 году "сбросные расходы и горизонты воды с обеспеченностями 2 и 5 % в первом приближении можно принять равными "бытовым". По данным той же организации за 1966 год, "проектируемое (Верхнетобольское) водохранилище при заполнении его до проектной отметки НПГ практически не вызовет трансформации расходов половодья с обеспеченностями 1, 2 и 5 %". В отчете Казэнергопроект 1991 г. в отношении Самаркандского водохранилища сообщается: "по сведениям института Гидропроект, расходы воды редкой повторяемости проходят через гидроузел без срезки пика".

Итак, основные водохранилища совсем не обязательно снижают пики высоких половодий, а стало быть, в соответствии с экспериментом 1, могут и не исказить существенно естественных параметров распределения стока. Но они скорее всего заметно трансформируют низкие максимальные расходы, а может быть и средние.

Эксперимент четвертый. Взят ряд по Ишиму и гипотетический случай, когда все низкие максимумы, начиная с распадов 80%-ной обеспеченности уменьшаются вдвое. При этом, как показали расчеты, Q_{\max} снижается менее, чем на 1 %, σ увеличивается на столько же. Для ряда по Уралу та же процедура дает уменьшение максимального расхода на 2 %, на 1,4 % - увеличивается σ . Углубим последний эксперимент. В дополнение к уменьшению на 50 % расходов,

обеспеченностью 80 % и более, снизим на 25 % расходы, обеспеченностью от 60 до 80 %. В таком случае в сравнении с исходным рядом расход уменьшился на 4 %, а σ увеличилась на 2,3 %.

Итак, в условиях, когда обычные статистические методы дают неубедительные результаты, небесполезным оказалось проведение статистических экспериментов. Они показали, что в ряде случаев хозяйственная деятельность на водосборе и гидротехнические сооружения в русле реки явно не могли стать единственной причиной отмеченных значительных изменений годовых и особенно максимальных расходов воды в реках и их многолетней изменчивости.

Следовательно становятся очевидными влияния климатических фактов. Это обстоятельство подтверждается и другими методами анализа. Например, ряд максимальных расходов воды р. Ишим- г. Петропавловск в соответствии с критериями Фишера, Стьюдента, Вилкоксона (уровень значимости 5 %) неоднороден с 1950 года. Но создание водохранилища многолетнего регулирования на рубеже 60-х и 70-х годов не было причиной происшедших изменений стока. При сопоставлении двух частей ряда – за 50-60-е и за 70-80-е годы ни один из трех примененных критериев не дает оснований считать, что с наполнением водохранилищ статистические характеристики ряда значимо изменились. Стало быть, причиной нарушения однородности в ряду максимальных расходов воды послужили, в основном, упомянутые климатические изменения.

Статистические характеристики стоковых рядов, в особенности максимальных расходов воды, во многом зависят от нескольких первых членов ранжированных рядов. Нередко хозяйственная деятельность на водосборе и даже водохранилища многолетнего регулирования стока не оказывают большого влияния на пики гидрографов высоких половодий и не могут быть причиной неоднородности в гидрологических рядах. При выделении антропогенной составляющей происшедших изменений с помощью статистического метода некорректно все случаи нарушения однородности приписывать влиянию хозяйственной деятельности, необходимо количественно разделять эффекты климатических и антропогенных изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко В. Н., Масанова М. Д., Четвериков А. А. Индикация изменений климата. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 111 с.
2. Гальперин Р.И. Высокие уровни воды на реках равнинног Казахстана. - Алматы: КазГУ, 1994. - 171 с.
3. Гальперин Р.И. Пространственно-временная изменчивость вопросы расчетов стока в Казахстане / Алматы, 1996. - 225 с. Деп. в КазгосИНТИ 10.12.96, N 7313 - Ка 96.
4. Денисов П. П. Изменения речного стока по крупным региона земного шара // Метеорология и гидрология. - 1980. - N 6. С. 106 - 109.
5. Дружинин И. П., Смага В. Р., Шевнин А. И. Динамик многолетних колебаний речного стока. - М.: Наука, 1991. - 176 с.
6. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственно деятельности на сток малых рек при гидрологических расчета для водохозяйственного проектирования. - Л.: Гидрометеиздат 1986. - 334 с.
7. Оценка влияния возможных изменений климата н гидрологический режим и водные ресурсы территории бывшего СССР // В. Ю. Георгиевский, А. В. Ежов, А.А. Шалыгин и др.// Метеорология и гидрология. - 1996. N 117. - С. 89 - 98.
8. Пространственно-временные колебания стока рек СССР. - Л. Гидрометеиздат, 1988. - 376 с.
9. Раткович Д.Я. Многолетние колебания стока рек СССР. - Л. Гидрометеиздат, 1976. - 255 с.
10. Румянцев В. А., Бовыкин И. В. Пространственно - временны закономерности колебаний рек стока Евразии. - Л.: Наука 1985. - 148 с.
11. Семенов В. А. Ресурсы поверхностных вод засушливы внутриконтинентальных территорий и информационно обеспечение их оценки //Автореф. дис. д-ра. геогр. наук. Иркутск. - 1986. - 33 с.
12. Шелутко В. А. Статистические модели и методы исследовани многолетних колебаний стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. 158 с.

13. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 334 с.

Казахский государственный национальный
университет им. аль-Фараби

ӨЗЕНДЕРДЕГІ СУ ШЫҒЫНЫНЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ТУРАЛЫ

Геогр. г. докторы Р.И. Гальперин
М.М. Молдахметов

Қазақстанның жазықтық езендерінің ағындар қатарына статистикалық тексеріс жүргізілген. Өзендер сулылығының өзгерісі тек алаптарда жүргізілген шаруашылық іс-әрекеттермен айқындалмайды, сондай-ақ климаттық өзгерістердің де әсері бар деген қорытынды жасалған.

УДК 551.465.755:519.688 (043.3) (262.81)

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
МИКЕ 21 ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СГОННО-НАГОННЫХ
ЯВЛЕНИЙ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ**

Н.И. Ивкина

Рассматриваются вопросы гидродинамического моделирования сгонно-нагонных явлений на Каспийском море с целью их прогнозирования. Анализируются результаты моделирования сгона и нагона, наблюдавшихся в 1997 году в районе МГ Остров Большой Пешной.

В современный период при высоком стоянии фонового уровня Каспийского моря нагонные явления сопровождаются затоплением больших, ранее незатопляемых участков казахстанского побережья, принося огромные убытки хозяйственным объектам, населению и экологии региона. Причиняемый ущерб может быть значительно снижен путем строительства защитных сооружений (плотин, дамб и т.п.), а также заблаговременным предупреждением (прогнозом) штормового нагона. Действующая система оперативного предупреждения штормовых нагонов ненадежна из-за отсутствия хороших методов прогноза этого явления. Кроме того, существующая сеть гидрометеорологических станций на казахстанской части Каспийского моря недостаточна. Совершенно не освещена наблюдениями мелководная восточная часть Северного Каспия. Возникла необходимость создать надежную оперативную систему для прогнозирования штормовых нагонов с достаточной заблаговременностью и своевременного оповещения заинтересованных в нем потребителей.

На основе анализа многолетнего ряда архивных данных получены представления об основных характеристиках и параметрах нагонов и сгонов. Изучена их повторяемость, проведена типизация, определены эффективные направления ветра для разных участков побережья. Но для уверенного предсказания будущих явлений сгонов и нагонов этого материала недостаточно. Поэтому на основе датской тех-

нологии [4, 6] создана гидравлическая модель Каспийского моря, сфокусированная на районы казахстанского побережья. Модель откалибрована и верифицирована на данных о крупных нагонах прошлых лет. Одним из входных параметров этой модели был и является фоновый уровень моря. В вопросе о том, что считать нагоном и сгоном и что принимать за начало отсчета при оценке их значений, единого мнения до сих пор не существует. А. И. Симонов при определении высоты сгонов и нагонов за фоновый (начальный) горизонт принимает штилевой уровень. М.Н. Костяницын для расчета сгонов и нагонов берет за начальный горизонт среднемесячный уровень, как уровень, который, по его мнению, прогнозируется. М.М. Рогов за отсчетный горизонт для сгонов и нагонов принимает фоновый уровень моря. М.М. Архангельский предлагает за отсчетный горизонт принимать средний уровень за 10-15 суток, предшествующих сгону или нагону [1, 2].

При проведении калибровки модели за фоновый уровень принимался среднемесячный уровень. Но при прогнозе определить средний уровень за месяц не представляется возможным. Поэтому за фоновый уровень моря перед нагоном принят средний уровень за предшествующие нагону несколько дней при штиле или несильном "нейтральном" ветре. От этого "исходного" положения уровня определялась высота нагона как разность максимального и "нулевого" уровня. Как упоминалось ранее, эффективные направления нагонного ветра, т. е. вызывающие наибольший нагон при прочих равных условиях, для разных участков побережья следующие: для западного побережья северной части моря - юго-восточное и восточное; для северного побережья - юго-восточное и южное; для северо-восточного (от дельты р. Урал и до р. Эмба) - юго-западное; для восточного побережья (от устья р. Эмба - до пос. Прорва) - западное и северо-западное. Наивысший уровень при нагоне, как правило, наступает через 2-3 суток после начала естественного синоптического периода. При прогнозировании синоптических ситуаций используются карты, получаемые из Рединга (Англия), доработанные синоптиком-практиком в Бюро погоды Агентства по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ниже представлено, в качестве примера, прогнозирование двух нагонных ситуаций, которые наблюдались на Каспийском море в 1997 году. Результаты моделирования сравнива-

лись с данными, измеренными на МГ Остров Большой Пешной. Нуль поста - минус 28 м абс.

Развитие нагонной ситуации, которая наблюдалась с 17 по 20 апреля 1997 года, осуществлялось следующим образом. В начале периода над Каспийским морем располагалась область высокого давления, которая была ориентирована в северо - восточном направлении и медленно перемещалась в восточном направлении, а с запада перемещался циклон. Над северной частью моря отмечалось увеличение градиентов. В начале изобары были направлены с юго - запада на северо - восток, затем 18-20 апреля с запада на восток. Сначала наблюдался меньший по высоте нагон, который вывел уровень из равновесия, а затем сформировался больший. Этот нагон не является значительным, подъем уровня моря не превышает 0,36 м. Вызван он ветрами западного направления, скорость которых достигала 12 м/с. Как видно из табл. 1, разница между моделированными (H_m) и измеренными (H_n) уровнями небольшая, в среднем 5 см.

Таблица 1
Моделированные и измеренные уровни воды по МГ Остров
Большой Пешной за период с 17.04.97 по 20.04.97

Дата	Срок, ч	Ско- рость ветра, м/с	Направ- ление ветра, румб	H_n , м	H_m , м	$\Delta H =$ $H_n - H_m$, м
17.04.97	0	2	З	0,80	0,78	0,02
	6	6	З	0,79	0,83	-0,04
	12	5	З	0,80	0,83	-0,03
	18	-	-	0,81	0,87	-0,06
18.04.97	0	0	ШТ	0,95	0,94	0,01
	6	0	ШТ	0,98	0,94	0,04
	12	-	-	1,02	0,93	0,09
	18	1	ЮЗ	1,00	0,94	0,06
19.04.97	0	12	СЗ	0,98	0,96	0,02
	6	12	ЮВ	1,06	1,01	0,05
	12	6	ЮЗ	1,09	1,02	0,07
	18	12	СЗ	1,09	1,02	0,07
20.04.97	0	9	ЮВ	0,94	0,95	-0,01
	6	9	З	1,11	1,05	0,06
	12	8	ЮЗ	1,16	1,06	0,10
	18	6	ЮЗ	1,16	1,12	0,04

гон был однопиковый и характеризовался резким поднятием уровня (в течении 12 часов). Развитие нагонной ситуации и ход моделированных и измеренных уровней воды демонстрирует рис. 2. Как видно из описания нагонных ситуаций, каждый конкретный случай имел свою специфическую природу возникновения. Заблаговременность и точность прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня с использованием рассматриваемого метода зависит в основном от соответствующих характеристик прогноза полей атмосферного давления и ветра. Действительно, исходя из анализа уравнений движения, используемых для расчета сгонно-нагонных процессов, можно заключить, что ошибки в значении уровня должны зависеть не только от ошибок в метеовеличинах, но и от абсолютных значений скорости, направления и продолжительности действия ветра.

Таблица 2

Моделированные и измеренные уровни воды по МГ Остров
Большой Пешной за период с 29.04.97 по 03.05.97

Дата	Срок, ч	Ско- рость ветра, м/с	Направ- ление ветра, румб	H_n , м	H_m , м	$\Delta H =$ $H_n - H_m$, м
29.04.97	0	7	СВ	0,34	0,29	0,05
	6	8	С	0,29	0,26	0,03
	12	8	С	0,27	0,22	0,05
	18	1	СВ	0,26	0,21	0,05
30.04.97	0	3	ЮЗ	0,39	0,45	0,06
	6	8	З	0,42	0,48	-0,06
	12	9	ЮЗ	1,11	0,98	0,13
	18	12	ЮЗ	1,32	1,12	0,21
01.05.97	0	12	ЮЗ	1,60	1,42	0,18
	6	12	ЮЗ	1,29	1,05	0,24
	12	14	ЮЗ	1,25	1,01	0,24
	18	8	ЮЗ	-	-	-
02.05.97	0	-	-	-	-	-
	6	6	СЗ	1,25	1,12	0,13
	12	5	СЗ	1,26	1,15	0,11
	18	0	ШТ	1,13	0,94	0,19
03.05.97	0	0	ШТ	1,10	0,98	0,12
	6	2	ЮЗ	1,18	1,02	0,16
	12	5	ЮЗ	1,20	1,02	0,18
	18	0	ШТ	1,17	1,09	0,08

Анализ позволил объяснить, почему при расчетах сгонно-нагонных явлений для реальных ситуаций наилучшие результаты получаются при моделировании наиболее значительных колебаний уровня. Во-первых, значительные колебания уровня вызываются барическими образованиями с большими горизонтальными градиентами атмосферного давления, а в этом случае ошибки при расчете скорости и направления ветра, как правило, минимальны. Во-вторых, ветер при больших колебаниях уровня имеет эффективное сгонно-нагонного направление, и ошибка в направлении ветра в этом случае даже в 30° обуславливает погрешность уровня не более 20 см. В-третьих, продолжительность действия сильных ветров обычно не превышает 06 - 12 ч., что также не приводит к значительным ошибкам.

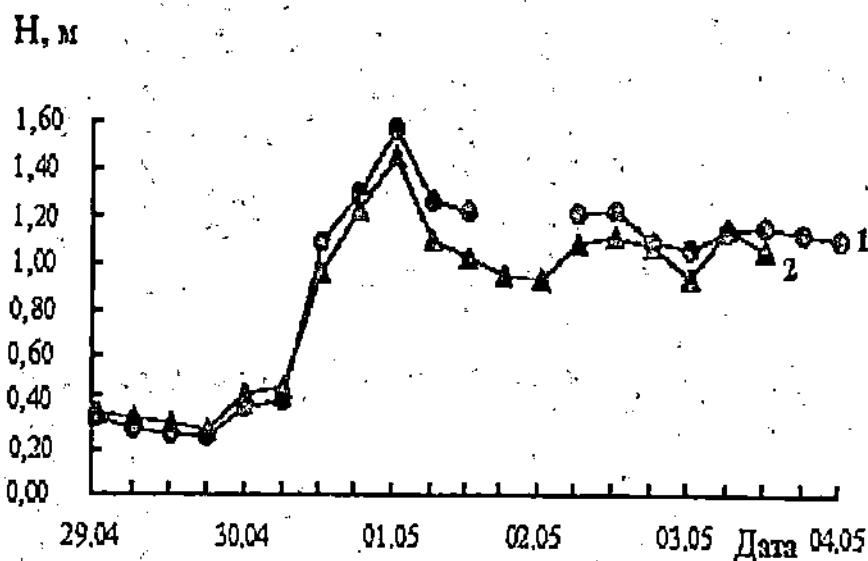


Рис. 2. Сопоставление измеренных (1) и моделированных (2) уровней воды по МГ Остров Большой Пешной за период с 29.04.97 по 04.05.97

При моделировании незначительных колебаний уровня, вызываемых малоградиентными барическими полями, относительные ошибки расчетных значений уровня резко возрастают в основном за

счет увеличения ошибок в определении направления действующего ветра вследствие нерепрезентативности размытых барических полей в условиях редкой сети метеостанций на Каспийском море, особенно на казахстанской части.

Таким образом, оценку точности численных гидродинамических методов расчета стонно-нагонных колебаний уровня при существующей точности получаемых и рассчитываемых метеополей целесообразно проводить по данным о максимальных колебаниях уровня [3, 5]. Выполненные исследования продемонстрировали работоспособность гидродинамической модели. На основании полученных результатов можно утверждать, что гидродинамический метод расчета штормовых нагонов пригоден как для Северного Каспия, так и всего района Каспийского моря. Это позволяет рассчитывать на то, что модель может быть использована для прогноза нагонных изменений уровня в целях решения задач, связанных с экологическим мониторингом водной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработать и внедрить казахстанско-датскую технологию предупреждения затопления Атырауской области: Отчет о НИР (промежуточный) / КазНИИМОСК, Отв. исп. С.П. Шиварева.- N ГР 0197РК00725.- Алматы, 1997.- 93 с.
2. Скриптунов Н.А., Ган Г.Н. Проникновение кратковременных колебаний уровня моря в устье Невы // Труды ГОИН.- Вып. 78.- 1964.- С. 40 - 64.
3. Шиварева С.П. Оценка затопления нагонными водами Каспийского моря прибрежных территорий // Доклады Национальной Академии наук Республики Казахстан.-1995.- № 6.-С. 29 - 36.
4. Abbott M.B., McCowan A., Warren I.R. Numerical Modelling of Free-Surface Flows that are Two Dimensional in Plan // Transport models for Inland and coastal waters.- Academic press, 1991.- P. 222 - 283.
5. Shivareva S.P. Estimate of Flooding the Kazakh Caspian Seacoast by the Raising of Water Level by the Effect of Wind //World Coast Conference.- Vol. 2.- 1993.- P. 873 - 874.

6. Smagorinsky J., Manabe S., Holloway J.E. Numerical Results from a Nine-level General Circulation Model of the Atmosphere // Monthly Weather Review.- 1965.- Vol. 93. - P.727-768.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

**КАСПИЙ ТЕҢІЗІНДЕ СУДЫҢ
ШОҒЫРЛАНДЫРУ-ҚУҒЫНДАУ ҚҰБЫЛЫСТАРЫН
БОЛЖАУ ҮШІН МІКЕ 21 ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ
ҮЛГІСІН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ**

Н.И. Ивкина

Каспий теңізінде судың шоғырландыру-қуғындау құбылыстарын болжау мақсатымен гидродинамикалық үлгі мәселелері қарастырылады. Үлкен Пешнойдағы МГ Аралы ауданында 1997 жылы бақыланған судың шоғырландыру және қуғындау үлгісінің нәтижелері талданады.

УДК 556.011:551.311.21

НОВАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ О ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
СЕЛЕВОГО ПОТОКА И ЕЕ КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Канд. физ.-мат. наук Т.С. Степанова

Излагается гипотеза образования валов при формировании грязекаменных селей, которые вызывают пульсацию их гидрографа. Дана система дифференциальных уравнений в частных производных, реализующая эту гипотезу. Проведен качественный анализ системы с помощью метода изоклин и исследования устойчивости особых точек траекторий.

Валообразный (пульсирующий) характер движения селевых потоков отмечался многими исследователями селей. При этом в качестве факторов, вызывающих волны, называют завалы на пути следования ("заторы" по Флейшману [11]), морфометрические особенности строения горных русел [7], поступление дополнительной воды вместе с рыхлообломочной породой [12] и т.д. Наибольшей популярностью пользуется гипотеза о заторах. В то же время отрицание роли заторов в образовании селевых валов мы находим в работах Ю.Б. Виноградова [1], В.И. Шушарина, наблюдавшего формирование и прохождение селей в бассейне р. Средний Талгар [14], В.А. Голубовича [2]. Не наблюдались они и в экспериментах по искусственному воспроизведению селевых потоков в природном селевом очаге бассейна р. Чемолган, проводимых КазНИГМИ в 1972-1978 и в 1991 гг. [2, 6, 13].

Анализ результатов наблюдений за чемолганскими селями показал, что истоки пульсации лежат гораздо глубже - их следует искать еще на стадии зарождения селя, и что пульсация является органической и самой специфической чертой селевого процесса. На рис.1 и 2 показаны измеренные гидрографы чемолганских селей 1973, 1975, 1976 и 1991 гг., а в табл.1 - основные наблюдаемые характеристики. Измерения проводились бесконтактным способом с помощью сейсморасходомеров.

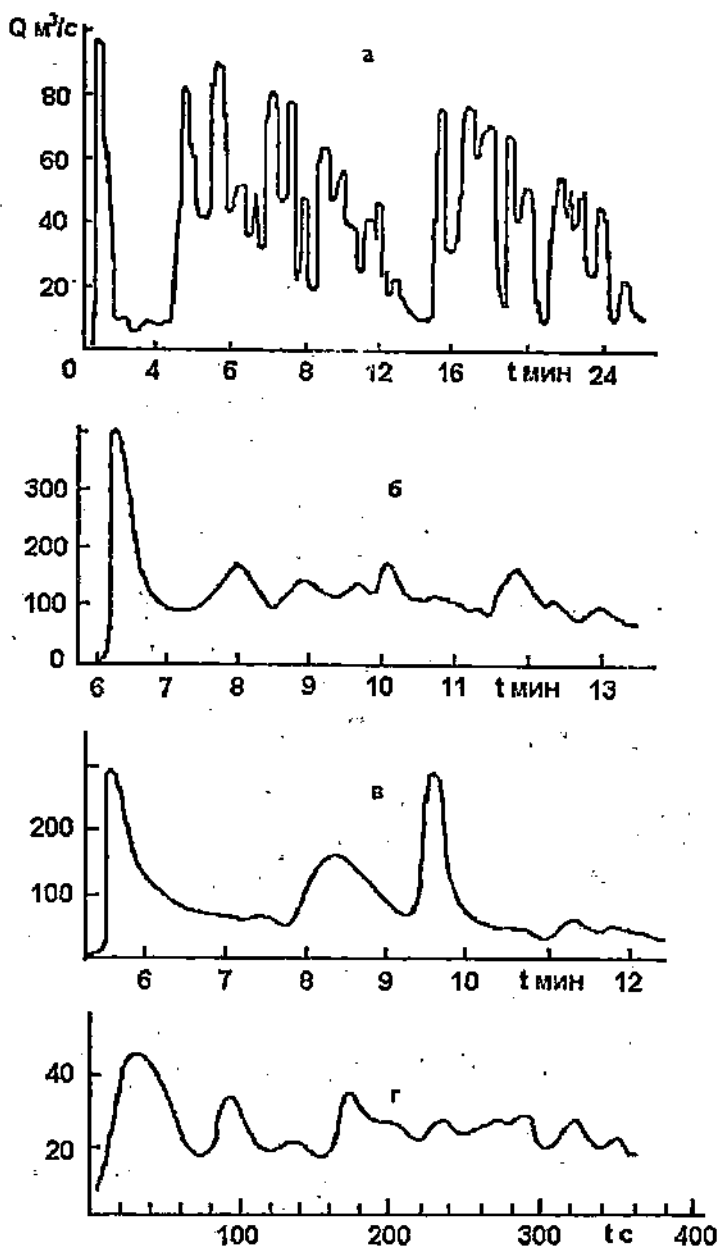


Рис 1. Наблюденные гидрографы чемолганских селей: а - 1973 г.; б - 1975 г. 1-й попуск; в - 1975 г. 2-й попуск; г - 1976 г.

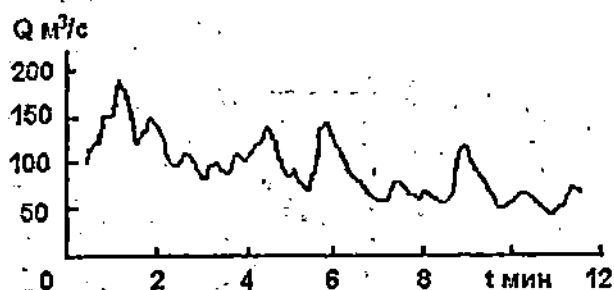


Рис.2. Гидрограф чемолганского селя 1991 г.

Таблица 1

Основные характеристик чемолганских селей

Год экс-пери-мента	Но-мер по-пуска	Длитель-ность попуска, мин	Макси-мальный водный расход, м³/с	Коли-чество валов	Интер-вал между валами, мин	Макси-мальный расход селя, м³/с
1972	1	14,0	16,0			100
	1	2,5		1		
1973	2	10,0	16,2	5	2	110
	3	9,0		4		
1975	1	8,0	27,5	4	2	430
	2	8,0	15,2	4	1,5-2,5	320
1976	1	16,0	5,0	4	1,5	45
1978	1	6,5	9,2	2	1,5	130
1991	1	40,0	22,0	20	1,5-2,5	190

Принцип действия сейморасходомера описан в работе [8]; там же приведены спектральные характеристики, результаты испытаний при измерении расходов воды на горных реках северного склона

хр. Заилийский Алатау ($Q=1+4 \text{ м}^3/\text{с}$), измеренный гидрограф паводка, возникшего вследствие прорыва озера, подпруженного ледн. Медвежий в июле 1973 г. ($Q=1000 \text{ м}^3/\text{с}$), дано сопоставление измеренного гидрографа чемолганского селя 1978 г. с рассчитанным по данным об уровне и скорости потока. Указанное сопоставление и сопоставление измеренного и наблюдаемого прорывного гидрографа на ледн. Медвежий показало хорошее их совпадение. Этот факт, а также положительные результаты опытной эксплуатации сейсморасходомера на гидростаях горных рек вселяют уверенность в том, что возможности прибора велики.

Итак, измеренные сейсморасходомером гидрографы чемолганских селей - уникальные данные. Никто не мог себе даже вообразить, что когда-нибудь перо самописца отобразит гидрограф селевого потока с расходом больше $400 \text{ м}^3/\text{с}$!

И какова же открылась картина?! Селевой процесс не просто нестационарный, он волнообразный. Будучи участницей всех чемолганских экспериментов, я могла наблюдать за каждым селем воочию и за его образом на регистрационном устройстве прибора. Момент максимального подъема графика соответствует движению первого вала (головы) селя, который включает наибольшее количество крупных обломков и обладает наибольшей мощностью. (Вот когда чувствуешь дыхание стихии.) Последующие валы, как правило, не имеют такой мощи, но также поражают воображение; они двигаются с интервалом 1,5 - 2,5 мин (см. табл.1). Поэтому, когда в дальнейшем мы будем использовать термины валообразность и волнообразность как синонимы, первый из них будем относить к натуре, второй - к графику.

Китайские исследователи Г. Ванг и Дж. Ни [15] также подметили, что пульсация - основное отличительное свойство селевых потоков и что она обуславливается не только особенностями селевого русла, но и "условиями подачи материала с верхней части потока" (on the supply conditions of the materials from the upstream). Для математического описания профиля потока авторы указанной работы предлагают модифицировать уравнения гидравлики в соответствии с реологическими характеристиками вовлекаемых в движение грунтовых масс. Эта модификация не нова. Ранее она была предложена С.С. Григоряном [3]. Но она не принципиальна.

Постоянство плотности движущейся среды — главное ограничение гидравлических моделей при использовании их для описания селевых процессов; причем, она должна быть задана изначально. А ведь плотность селевой смеси плюс грансостав твердого компонента являются важнейшими характеристиками, от которых зависит тип селей, режим их движения (квазиустановившийся в случае грязевых и наносоводных или валообразный в случае грязекаменных), максимальный расход, реологические и кинематические характеристики, ударное воздействие, которые меняются на протяжении всего селевого процесса. Их применение правомерно лишь для описания идеализированной ситуации — движения селей в достаточно гладких руслах без изменения плотности, т.е. в отсутствие взаимодействия потока с руслом. И хотя в некоторых случаях подобная идеализация и правомерна, в целом такой упрощенный взгляд не может удовлетворить.

Интересных гипотез о причинах валообразования, и тем более достаточно разработанных, мало. Гипотеза о заторах, как причине пульсации, сыграла отрицательную роль не только потому, что она неверна, но и потому, что, как точно сказал В. А. Голубович: "Однажды высказанное на этот счет мнение со временем потеряло свой предположительный смысл и превратилось в чистое утверждение. К сожалению, впоследствии многие исследователи селей часто уже не затрудняли себя поисками объяснения такого факта, а указывали эту причину" [2]. В сущности правдоподобных гипотез можно назвать лишь две. В.А. Голубович в цитируемой работе высказал следующую причину: "неодновременное вовлечение в селевой процесс отдельных порций рыхлообломочного материала вследствие обрушений, которые определяют характер селеобразования после начала селевого процесса." Однако, как справедливо отмечает сам автор, обрушения имеют место после достаточного углубления русла. Поэтому первый грязекаменный вал должен быть после достаточно длительного прохождения предселевого наносоводного паводка. В общем случае это не так. Как правило, голова селя движется по сухому руслу. Тем не менее описываемый В.А. Голубовичем процесс имеет место при последующих попусках воды, либо в качестве вообще постселевых явлений, какие, например, имели место в Кумбельском очаге практически в течение месяца после селя, сформировавшегося 3 августа 1977 г. При формировании селевого потока обрушения, не являясь основной

причиной валообразования, придают процессу стохастическую окраску, с чем в общем-то необходимо считаться.

Анализ материалов чемолганских экспериментов позволил выдвинуть интересную гипотезу о причинах валообразования [9], правдоподобность которой до сих пор не отрицается. Результаты топогеодезической съемки очага после прохождения селевого потока показали характерную картину размыва массива рыхлообломочных пород, которую оставляет после себя поток (рис.3). Очевидно, что наблюдаемые на графиках ярко выраженные колебания площадей размыва грунта (S) по длине очага (l) свидетельствуют о пульсирующем характере селевого процесса. Следовательно, анализируя функцию $S(l)$, можно сделать определенные выводы о поведении потока в очаге селеформирования. Что же вызывает пульсацию при равномерном водном попуске на входе очага? Проведенный корреляционный анализ не обнаружил прямой статистической связи между площадями размыва и уклонами участков русла, а также площадями размыва и шириной русла. Нет оснований считать, что физико-механические свойства рыхлообломочных пород неоднородны по длине очага настолько, чтобы побуждать процесс к пульсации, поскольку экстремумы функции $S(l)$ для селевых потоков различных лет не совпадают. Таким образом, пульсирующий характер движения селевых потоков нельзя объяснить воздействием на поток внешних факторов, в качестве которых в данном случае предстают характеристики русла. В связи с этим естественно предположить, что пульсация обусловлена внутренним механизмом взаимодействия потока с селеформирующими грунтами, слагающими русло. Этот механизм таков.

Поступление воды с расходом выше критического на вход очага приводит к срыву самоотмостки и вовлечению твердого материала в движение. Насыщение потока твердым материалом влечет за собой увеличение плотности смеси. Пропорционально росту плотности изменяется движущая сила потока и силы внутреннего трения. Под внутренним трением здесь мы понимаем трение, возникающее между крупными компонентами смеси в результате турбулентного перемешивания, значимое при концентрациях твердого вещества, лежащих в интервале 0,3-0,6, и квазивязкостное трение, значимое при концентрациях больше указанного предела. Этот предел условен, определяется по большей части грансоставом селеформирующих грунтов и минералогией их пылевато-глинистой фракции. Будем

считать эти силы главными в том комплексе воздействий, который испытывает на себе поток в естественных условиях; тогда соотношение движущих сил и сил сопротивления предопределяет дальнейший ход событий. Проследим за судьбой головного отсека потока, поступившего на вход очага.

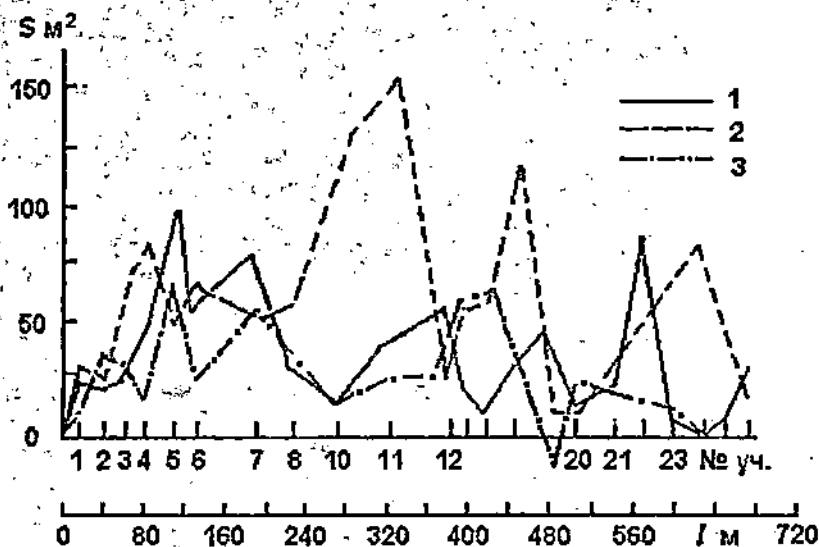


Рис.3. Графики площадей размытия Чемолганского селевого очага в экспериментах по искусственному воспроизведению селевых потоков: 1 - 1972 г.; 2 - 1975 г.; 3 - 1976 г.

При движении в поток вовлекаются частицы грунта, что приводит (помимо увеличения плотности смеси) к увеличению расходных характеристик потока, с одной стороны, и размытию грунта, с другой (см.рис.3, створы 2-4 по кривой 1975 г.). Пока силы сопротивления незначительны, изменение расходных характеристик приводит к увеличению скорости движения головного отсека и эродирующей способности потока. Но благодаря нелинейности роста сил сопротивления (как функции плотности), начиная с некоторого значения концентрации частиц в потоке, соотношение между движущей силой и силами сопротивления движению изменится в пользу последних (рис.4), и, несмотря на увеличение глубины потока, движение насыщенной части потока замедлится. Рост плотности и

уменьшение скорости сказывается и на эродирующей способности смеси, следствием чего является уменьшение площади размыва (спад кривой $S(l)$ на участке 4-5 створов, см. рис.3). Вследствие замедления скорости движения передового отсека последующая, менее концентрированная порция потока догоняет обогащенную и разжижает ее. Логическим следствием уменьшения плотности смеси будет

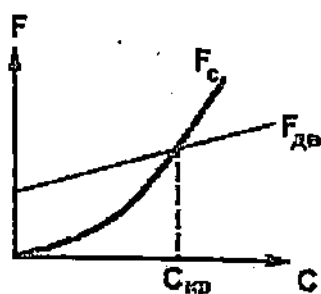


Рис.4. Гипотетическая зависимость движущей и сопротивляющей сил от концентрации твердого материала в селевом потоке

уменьшение сил внутреннего трения, увеличение скорости и эродирующего воздействия потока на грунты, что сопровождается интенсификацией их размыва (участок 5-6 створов).

Описанный цикл периодически повторяется с непрерывным нарастанием расхода и плотности смеси - явление накачки; в результате на выходе очага мы наблюдаем селевой вал высокой плотности. Момент достижения критической концентрации, определяющий смену направления процесса, зависит от расхода водного паводка, устойчивости грунтов к эрозии, реологических свойств смесей. Эти же характеристики при достаточной длине очага селеформирования определяют размах пульсации.

Явление накачки иллюстрируется рис.5. Допустим, что плотность первого отсека потока превысила среднее значение и это привело, помимо увеличения расхода, к уменьшению скорости его движения. Тогда второй, более быстрый отсек, начинает догонять первый, увеличивая его объем (момент времени t_2). Селевая смесь второго отсека обладает существенно отличными от первого реологическими свойствами и меньшей плотностью. Вследствие деформации фронтального отсека через некоторое время обе порции смеси перемешиваются, что приводит к разжижению смеси первого отсека, и скорость вновь образованного фронтального отсека увеличится (момент t_3). Далее по мере обогащения этого отсека обломками пород плотность смеси фронтальной части потока снова увеличится, а его скорость начнет уменьшаться, и вслед текущие отсеки

начнут его догонять (момент t_4). Вновь произойдет перемешивание густых и менее густых порций смеси и т.д. до тех пор, пока плотность смеси фронтальной части (головы) потока не достигнет предельного значения (при сохранении, конечно, условий набора).

Период накачки - это средний интервал между последовательными моментами торможения фронтального отсека.

$$\tau_L = \frac{1}{3} [(t_4 - t_2) + (t_6 - t_4) + (t_8 - t_6)].$$

Если гидрограф водного попуска имеет вид ступени,

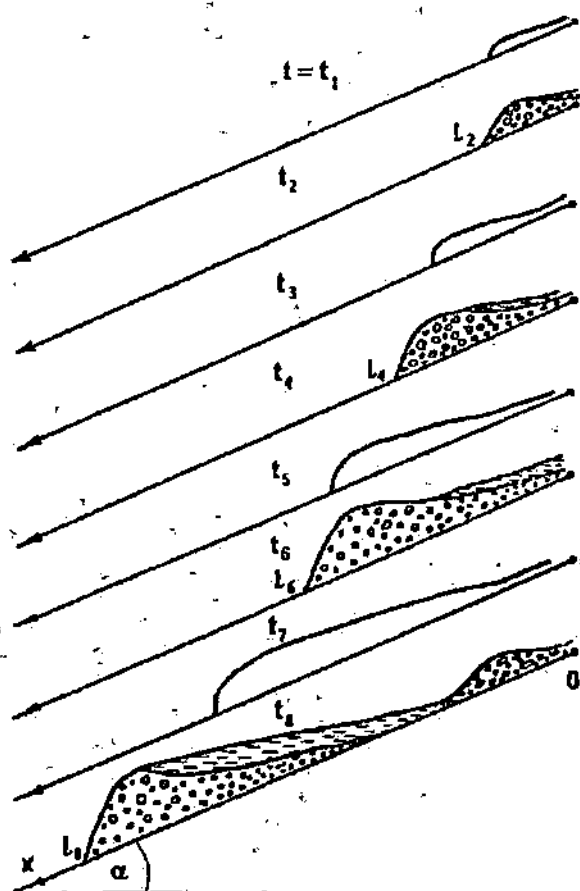


Рис.5. Стадии формирования передового вала селевого потока

вероятность того, что первый селевой вал будет иметь максимальные характеристики, наибольшая, т.к. устойчивость поверхностного слоя рыхлообломочных пород к эрозии мала. В ситуации, когда гидрограф паводка представлен серией П-образных попусков, максимальные характеристики может иметь и первый вал i -го попуска, т.к. в интервале времени между попусками возможно обрушение в русло больших объемов грунта (вследствие потери устойчивости бортов), насыщенных

фильтрационными водами. Эти обрушения придают описанной закономерности стохастическую окраску.

Изложенная гипотеза была подтверждена данными о скорости продвижения передовой части потока в очаге, полученными в ходе чемолганского селевого эксперимента 1975 г. Эти данные приведены в работе [13], по ним построен график изменения скорости продвижения первого вала селя в очаге (рис. 6).

Согласно изложенной гипотезе, подъем графика площадей размыва должен соответствовать уменьшению скорости, а спад величины S - подъему графика v , т.е. эти величины должны находиться

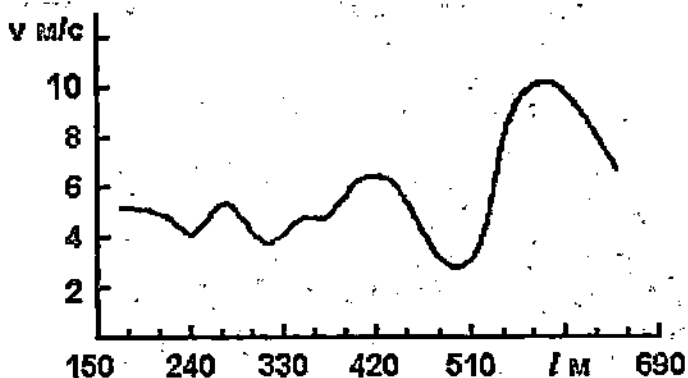


Рис. 6. Скорость продвижения первого вала селя по данным чемолганского селевого потока 1975 г.

в противофазе. Сопоставление указанных величин (рис.7) подтверждает это основное положение гипотезы. Обнадеживает так же тот факт, что упрощенная модель второго уровня, рассматривающая процесс по длине, но в осредненных по времени величинах, адекватна природному процессу формирования селевого потока (табл.2). Модель изложена в работе [10].

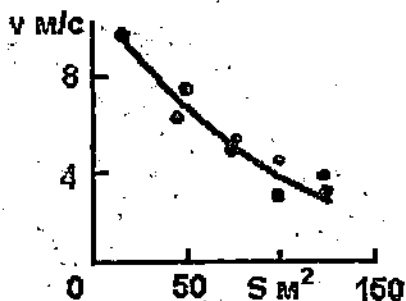


Рис. 7. Связь скорости продвижения фронта волны и площадей размыва русла (по данным чемолганского эксперимента 1975 г.)

Согласно принятой идеализации, основными видами работ, которые придется совершить водному потоку в ходе трансформации в селевой, являются:

- работа, затрачиваемая на эрозию селеформирующих пород и вовлечение их в движение (потенциальная возможность потока совершить эту работу определяет эродирующую способность потока);

- работа по преодолению сил внутреннего трения.

Сдвиг в рассматриваемом типе процесса присутствует в основном как осыпание подмытых бортов очага, которые в таком случае являются даровым, но нерегулярным поставщиком твердого вещества в поток. Учесть влияние прибавки твердого материала за счет обрушений на характеристики потока в первом приближении можно в осредненных значениях, во втором - в виде стохастического параметра.

Таблица 2

Проверка адекватности модели селевого потока второго уровня по чемолганским селям

Объект	Средний расход селя, м ³ /с		Объем селя, тыс.м ³		Плотность селя, кг/м ³	
	фактический	расчетный	фактический	расчетный	фактический	расчетный
Чемолган-75						
1-попуск	130	120,0	60,4	69,0	2200	2254
2-попуск	100	66,0				2151
Чемолган-76	17	13,0	15,0	16,0	2100	1900
Чемолган-91	190	206,7	-	116,5	2200	2207

Зная, что в процесс селеформирования включаются частицы всех крупностей, мы не слишком погрешим против истины, если будем оперировать понятием "твердый материал" и рассматривать гипотетическую смесь воды и такого твердого материала. Это позволит нам прибегнуть к дифференциальным уравнениям.

Интенсивность набора твердого материала определим величиной

$$j = \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial x}, \quad (1)$$

где ρ - плотность селевой смеси, v - скорость потока.

Это, как определил Л. Г. Лойцянский для случаев движения сплошной среды с непрерывным по ходу движения возникновением вещества, интенсивность притока массы, характеризуемая "секундным, отнесенным к единице объема, приростом массы вещества в данной точке потока". Чтобы не смешивать ее с индивидуальной производной по времени $\frac{dp}{dt}$ он принимает для нее обозначение j [5].

Согласно изложенной выше гипотезе, в простейшем случае эродирующая способность потока пропорциональна мощности, которой обладает поток за вычетом потерь на внутреннее трение, а интенсивность набора - эродирующей способности. Тогда получим уравнение, соответствующее закону сохранения энергии, поскольку интенсивность набора и скорость изменения кинетической энергии потока - сопряженные величины, а по известному закону последняя равна мощности, которую развивают действующие силы:

$$\rho_t + (v\rho)_x = k_1 v (\rho - B_1 \nu \mu - B_2 v^2 \rho), \quad (2)$$

где μ - коэффициент вязкости селевой смеси, k_1 , B_1 , B_2 - коэффициенты пропорциональности.

Коэффициенты k_1 , B_1 и B_2 принимаем в качестве параметров модели, и при исследовании системы они могут быть определены известными способами идентификации параметров, а также с помощью имитационного моделирования.

Важнейшим фактором, влияющим на развитие процесса, является направленное движение среды, поэтому второе уравнение системы должно касаться скорости движения потока. Тогда, записав уравнение движения и неразрывности, получим замкнутую систему дифференциальных уравнений - модель селеформирования

$$v_t + vv_x = g \sin \alpha - \frac{q_T}{\omega} v - gh_x \cos \alpha - k_\mu \frac{\mu v}{\rho \omega}, \quad (3)$$

$$\omega_t + v\omega_x + \omega v_x = q_T, \quad (4)$$

где h , ω - глубина и площадь поперечного сечения потока; q_T - секундный объем притока твердого материала рыхлообломочного грунта) на единицу длины русла.

Решение системы (2)-(4) должно удовлетворять следующим граничным и начальным условиям:

$$\begin{aligned} \rho(0, t) &= \rho_0 = \rho_0, & \rho(x_k, t) &= \rho_{\text{пр}}, & v(0, t) &= v_0(t), & v(x_k, t) &= v_{\text{пр}}, \\ h(0, t) &= h_0(t), & h(x_k, t) &= h_{\text{пр}}, & \rho(x, t_0) &= \rho_0, & v(x, t_0) &= v_0, \\ h(x, t_0) &= h_0(x), \end{aligned}$$

где ρ_* - плотность воды; h_0, v_0 - начальные значения глубины и скорости водного попуска; $\rho_{\text{пр}}$ - предельная для данных условий плотность селя; $v_{\text{пр}}$ - скорость фронта при $\rho = \rho_{\text{пр}}$, определяется специальной процедурой.

Запишем общий вид нашей системы

$$\begin{aligned} \frac{d\rho}{dt} &= f(\rho, v), \\ \frac{dv}{dt} &= \varphi(\rho, v) - gh_x \cos \alpha, \\ \frac{d\omega}{dt} &= P(\rho) - \omega v_x. \end{aligned} \quad (5)$$

Для качественного анализа, как известно, рассматривается фазовый портрет системы. Решению уравнений

$$\rho = \rho(x, t), \quad v = v(x, t), \quad h = h(x, t)$$

соответствует движение изображающей точки по фазовой траектории. Совокупность фазовых траекторий, соответствующих различным начальным условиям, и есть фазовый портрет системы.

Фазовое пространство для нашей системы трехмерно. Построение фазового портрета такой системы представляет большие трудности, возможно не меньшие, чем решение исходной системы уравнений. Но возможно сечение фазового портрета плоскостью, параллельной (ρ, v) при фиксированном значении величины h , тоже даст нам некоторое представление о поведении нашей системы. Для этого рассмотрим семейство интегральных кривых уравнения

$$\frac{dv}{d\rho} = \frac{\varphi(\rho, v)}{f(\rho, v)}, \quad (6)$$

полученного исключением времени t из (5) при $h = \text{const}$.

В силу теоремы о существовании и единственности решения дифференциального уравнения через каждую точку фазовой плоскости может проходить только одна интегральная кривая, наклон которой в

этой точке определяется уравнением (6). Исключения составляют лишь особые точки, в которых одновременно

$$f(\rho, v) = 0, \quad \varphi(\rho, v) = 0. \quad (7)$$

Угол наклона в этих точках неопределен ($dv/d\rho = 0/0$), поэтому здесь может пересекаться несколько и даже бесконечное множество интегральных кривых. Очевидно, что интегральная кривая уравнения (6) в точках, в которых она определена, совпадает с траекторией системы (5) или ее частью.

Особые точки уравнения (6) соответствуют положениям равновесия системы (5), или, иначе говоря, стационарным решениям. Решения системы (7) $\rho = \bar{\rho} = \text{const}, v = \bar{v} = \text{const}$ поэтому называются стационарными значениями.

Поскольку уравнение (6)

$$\frac{dv}{d\rho} = \frac{g \sin \alpha - \frac{q_r}{\omega} v - k_\mu \frac{\mu v}{\rho \omega}}{k_1 v (\rho - B_1 v \mu - B_2 v^2 \rho)}$$

аналитического решения не имеет, то построение фазового портрета произведем качественно. Например, можно использовать метод изоклин [3]. Изоклины обладают тем свойством, что траектории системы, проходящие через все, отличные от состояний равновесия точки каждой кривой, имеют в этих точках одинаковые направления

касательных, т.е. $\frac{dv}{d\rho} = \text{const}$.

Особый интерес представляют главные изоклины - изоклины вертикальных и горизонтальных касательных. Для изоклины горизонталей имеем

$$\frac{dv}{d\rho} = 0 \quad \text{или} \quad \varphi(\rho, v) = 0,$$

для изоклины вертикалей

$$\frac{dv}{d\rho} = \infty \quad \text{или} \quad f(\rho, v) = 0.$$

На пересечении главных изоклин располагаются особые точки. Качественную оценку, как правило, можно сделать, зная лишь расположение главных изоклин и характер устойчивости особых точек.

Построим главные изоклины нашей системы (рис.8).
Выражение для изоклины горизонталей имеет вид (кривая 1)

$$V_{(r)} = \frac{\rho g \omega \sin \alpha}{\rho q_T + k_\mu \mu} \quad (8)$$

для изоклины вертикалей (кривая 2 на рис.8)

$$B_2 \rho v_{(a)}^2 + B_1 \mu v_{(a)} - \rho = 0.$$

Расчет произведен при следующих параметрах системы: русло трапецидальное с постоянным уклоном, $\sin \alpha = 0,2$; начальный расход потока $q_0 = 27 \text{ м}^3/\text{с}$, живое сечение $\omega = 25 \text{ м}^2$ при глубине 2 м, для ситуации экспоненциальной зависимости относительной вязкости смеси от концентрации твердого вещества в смеси

$$\mu = (1,0 + 2,5C)[10C + \exp(11C^2)].$$

Коэффициенты B_1 и k_μ находятся из предельной ситуации (на конец очага); например, для чемолганских селей мы взяли при $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$, $v_{пр} = 4,0 \text{ м/с}$; тогда $k_\mu = 2,0 \cdot 10^3$, $B_1 = 52,0$ (соответствующих единиц системы СИ).

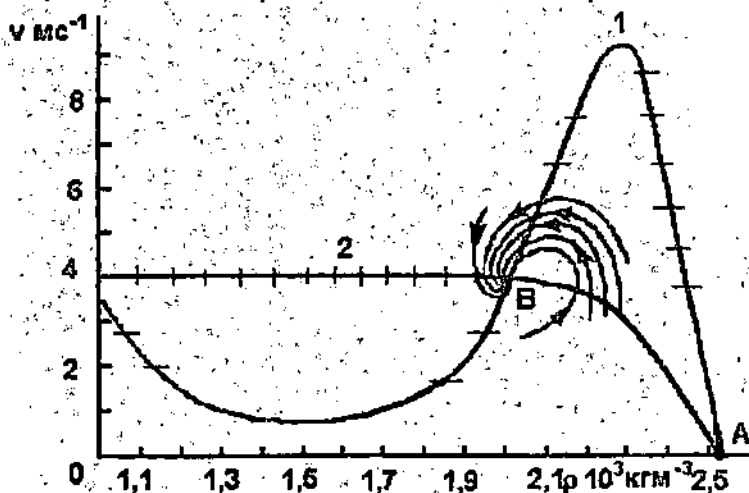


Рис. 8. Главные изоклины и фазовые траектории системы, описывающей пульсацию селя: 1 - изоклина горизонталей; 2 - изоклина вертикалей.

Графики показывают, что такая система имеет две особые точки, одна из которых - положение равновесия (точка А, см. рис.8.) представляет собой стационарное решение, к которому стремится система при $\rho_c \rightarrow \rho_{np}$, связанное по существу с остановкой селя.

Для исследования другой особой точки (В) рассмотрим линеаризованную систему дифференциальных уравнений, которая описывает движение вблизи положения равновесия. Разложив правые части системы (5) по степеням малых отклонений ρ' , v' от стационарных значений $\bar{\rho}$, \bar{v}

$$\begin{aligned}\rho' &= \rho - \bar{\rho}, \\ v' &= v - \bar{v}\end{aligned}$$

и отбросив все члены, начиная с квадратичных, получим систему

$$\begin{aligned}\frac{d\rho'}{dt} &= \left. \frac{\partial f}{\partial \rho} \right|_{\bar{\rho}, \bar{v}} \rho' + \left. \frac{\partial f}{\partial v} \right|_{\bar{\rho}, \bar{v}} v' = a_{11} \rho' + a_{12} v', \\ \frac{dv'}{dt} &= \left. \frac{\partial \varphi}{\partial \rho} \right|_{\bar{\rho}, \bar{v}} \rho' + \left. \frac{\partial \varphi}{\partial v} \right|_{\bar{\rho}, \bar{v}} v' = a_{21} \rho' + a_{22} v'.\end{aligned}\tag{9}$$

Линейная система (9) имеет нетривиальное решение

$$\rho' = \rho'_0 e^{pt}, \quad v' = v'_0 e^{pt},$$

если p является корнем характеристического уравнения

$$\begin{vmatrix} a_{11} - p & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - p \end{vmatrix} = 0.\tag{10}$$

Значения p_1 и p_2 , полученные из решения уравнения (10), определяют характер движения вблизи особых точек исходной нелинейной системы (5), если только ни одно из них не обращается в нуль (иначе нужно исследовать приближения более высокого порядка). Рассчитаем коэффициенты характеристического уравнения:

$$\begin{aligned}a_{11} &= \frac{\partial f}{\partial \rho} = -k_1 \bar{v}^2 B_1 \bar{\mu}'; \\ a_{12} &= \frac{\partial f}{\partial v} = k_1 (\bar{\rho}) - 2B_1 \bar{\mu} \bar{v} - 3B_2 \bar{\rho} \bar{v}^2;\end{aligned}$$

$$a_{21} = \frac{\partial \varphi}{\partial \rho} = -\frac{\bar{v}}{\omega} \bar{q}'_r - \frac{k_\mu \bar{v}}{\omega} \left(\frac{\bar{\mu}}{\bar{\rho}} \right)';$$

$$a_{22} = \frac{\partial \varphi}{\partial v} = -\frac{\bar{q}_r}{\omega} - \frac{k_\mu \bar{\mu}}{\bar{\rho} \omega},$$

где штрихи при μ и q_r обозначают производную по аргументу.

Для вышеприведенных исходных данных и $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, $\bar{v} = 4 \text{ м/с}$, $\bar{\mu}_{2000} = 0,22 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Тогда $a_{11} = -1,74$, $a_{12} = -5,72$, $a_{21} = 8,1$, $a_{22} = -0,73$ и характеристическое уравнение имеет вид:

$$\begin{vmatrix} -1,74 - p & -5,72 \\ 8,1 & -0,73 - p \end{vmatrix} = 0.$$

Дискриминант равен $D = -184,31$, а уравнение имеет комплексно-сопряженные корни

$$P_{1,2} = \delta \pm ik = -1,2 \pm i6,8.$$

А из теории устойчивости динамических систем известно, что в этом случае при $\delta < 0$ в системе будут происходить затухающие колебания. На фазовой плоскости это соответствует семейству спиралей, накручивающихся на особую точку - устойчивый фокус, как показано на рис.8. Возможно, что при переменной глубине таких точек будет не одна.

Рассмотренная при качественном анализе ситуация была преднамеренно идеализирована, и неучтенные величины могут вносить нелинейные и частотные искажения, приводя к изменению не только амплитуды, но и периода волны. Но уверенность в том, что мы на правильном пути, дает нам тот факт, что в исходной системе учтены все главные факторы, влияющие на формирование селя и его поведение, а также упомянутое выше подтверждение гипотезы, положенной в основу системы уравнений. Решение системы и проверка адекватности модели - следующий шаг в создании конструктивных моделей селевого процесса.

В заключение хочется отметить, что поистине пульсирующие процессы повсеместны и вездесущи, как и сели в горах, как вся Вселенная, которую, как сказал Гераклит, "не создал никто ни из богов, ни из людей, но она была, есть и будет вечно живым огнем, согласно своему закону вспыхивающим и угасающим".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов Ю.Б. Искусственное воспроизведение селевых потоков на экспериментальном полигоне в бассейне р.Чемолган // Селевые потоки. - 1976. - № 1 - С. 3-7.
2. Голубович В.А. О волнообразном характере движения селевых потоков // Селевые потоки. - 1980. - № 4. - С. 27-31.
3. Григорян С.С. Новый закон трения и механизмы крупномасштабных горных обвалов и оползней // ДАН СССР. - 1979. - Т. 244. - № 4. - С. 846-849.
4. Качественная теория динамических систем второго порядка/ А.А. Андронов, Е.А.Леонтович, И.И.Гордон, А.Г.Майер - М.: Наука, 1966. - 568 с.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973. - 847 с.
6. Мочалов В.П., Ким А.К., Хайдаров А.Х. Результаты эксперимента "Чемолган-91" // Селевые потоки. - 1991. - № 12. - С. 101-109.
7. Соколовский Д.Л. Речной сток. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968. - 540 с.
8. Степанов Б.С. Основные характеристики селевых потоков и селевой массы. Методы измерений // Труды КазНИГМИ. - 1982. - Вып.79. - 136 с.
9. Степанова Т.С. О принципе пульсации в селевом процессе // Селевые потоки. - 1980. - № 4. - С. 24-27.
10. Степанова Т.С. Эскизная модель эрозионно-сдвигового селевого процесса // Селевые потоки. - 1983. - № 7. - С. 31-39.
11. Флейшман С.М. Сели. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 312 с.
12. Херхеулидзе И.И. Расчет основных характеристик селевых потоков // Международный симпозиум по паводкам и их расчетам. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - С. 384-395.
13. Хонин Р.В., Ксремкулов В.А., Мочалов В.П. Третий эксперимент по искусственному воспроизведению грязекаменного потока // Селевые потоки. - 1977. - № 2. - С. 57-63.
14. Шушарин В.И., Марков И.Н. Наблюдения за формированием гляциальных селей в бассейне р.Средний Талгар // Селевые потоки. - 1976. - № 1. - С. 98-107.

15. Wang G., Ni J. Analyses of the wave profile of intermittent debris flow
// The Soviet - China-Japan symposium disasters. - 1991. -
P. 346-355.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

**СЕЛ ТАСҚЫНДАРЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ
МОДЕЛДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ САПАЛЫ
ТАЛДАМАСЫ ТУРАЛЫ МІНДЕТТЕРДІҢ
ЖАҢАША ҚОЙЫЛУЫ**

Физ.-мат. ғ. канд. Т.С. Степанова

Топырақты-тасты, яғни оның тамыр соғысы гидрографты шақырарлықтай селдің құрылуы барысындағы жалпы жиынтықтың гипотезасы баяндалады. Бұл гипотезаны таратушы жекелей туындаған дифференциялды теңгеру жүйесі берілген. Изоклин әдісімен және траекторияның айрықша нүктесінің беріктігін зерттеудің көмегімен жүйеге сапалы талдамалар жүргізілді.

УДК 551.345 (574)

О ПРОБЛЕМАХ КРИОЭКОЛОГИИ КАЗАХСТАНА

Доктор геогр. наук А.П. Горбунов

Канд. геогр. наук И.А. Горбунова

Показано распространение криогенного процесса в Казахстане, дано описание зон вечной мерзлоты по различным градициям. Ориентировочно оценены запасы льда в альпийской криолитозоне. Отмечено, что антропогенные факторы и наблюдаемое глобальное потепление оказывают заметное воздействие на различные криогенные процессы. Это следует учитывать при рациональном освоении высокогорий.

Обычно при рассмотрении экологических проблем упускаются из вида явления, связанные с промерзанием - оттаиванием почв и горных пород. В Казахстане мерзлотные (криогенные) процессы широко распространены и отличаются многообразием. В высокогорье Алтая, Саур - Тарбагатай, Джунгарского Алатау и Тянь - Шаня развита вечная (многолетняя) мерзлота. Глубокое сезонное промерзание почв свойственно Северному, Восточному и Центральному Казахстану и горным регионам. Кратковременное, обычно ночное, промерзание характерно для всей территории. Техногенные и естественные природные процессы заметно воздействуют на криогенез. Это воздействие осуществляется прямо и косвенно. Естественно, что криогенные процессы, их активность, изменение во времени и другие характеристики должны находиться в поле зрения проектировщиков, строителей, аграрников и других специалистов. В ряде случаев протаивание мерзлых пород приводит к катастрофическим последствиям - селявым потокам, оползням, деформации зданий и других сооружений. Увеличение глубины сезонного промерзания может вызвать разрушение подземных коммуникаций, а учащение циклов кратковре-

менного промерзания - оттаивания - активизацию разрушительных процессов твердого покрытия автомобильных дорог.

В последние годы термин "экология" получил очень широкое наполнение. К числу определений "геоэкология", "промышленная экология", "экологическая география" и многих других добавилась "криоэкология". Обычно криоэкологию связывают с воздействием человека на экологическую обстановку в областях вечной мерзлоты [4]. Видимо, правомочно расширить содержание этого термина и включить сюда области сезонного и кратковременного промерзания - протаивания почв и горных пород. На эти процессы достаточно заметное воздействие оказывает прямо или косвенно хозяйственная деятельность человека. Многолетнее и сезонное промерзание субстрата является причиной возникновения и развития многообразных криогенных форм рельефа. Кратковременное промерзание, обычно ночное, порождает различные микрообразования, существующие непродолжительное время.

Высотный пояс вечной мерзлоты в горах включает подпояса спорадического, островного, прерывистого и сплошного ее распространения. Сплошное распространение вечной мерзлоты характеризуется тем, что она встречается повсеместно, ее нет только вдоль активных тектонических разломов и местами под крупными ледниками. В Казахском Алтае сплошное распространение криолитозоны отмечается выше 2700 м абс., в Сауре - выше 3000 м абс., в Джунгарском Алатау - 3300 м абс., в Северном Тянь - Шане - 3500 - 3600 м абс. В пределах этих пространств на долю мерзлых пород приходится 80 - 90 % общей площади подпояса сплошного распространения криолитозоны. Мощность мерзлой толщи здесь обычно более 100 м, преобладают скальные породы, содержащие относительно небольшое количество льда, обычно 1 - 3 % объема вмещающей породы.

Подпояс прерывистого распространения вечной мерзлоты располагается ниже предыдущего. Здесь мерзлые породы отсутствуют под руслами крупных горных рек, на конусах выноса, под многими озерами и ледниками, на склонах южной, юго - западной и юго - восточной экспозиций. В пределах этого подпояса мерзлые породы занимают обычно около 50 % территории, мощность криолитозоны, как правило, составляет несколько десятков метров. Кроме скальных пород, в подпоясе широко распространены мерзлые рыхлообломоч-

ные толщи: морены, каменные глетчеры, коллювий, аллювий, озерные отложения. Соотношение мерзлых скальных и мерзлых рыхло-обломочных пород здесь, примерно, один к одному. В отличие от скальных, вторые обладают обычно высокой льдистостью, иногда она достигает 50 % и несколько более.

Подпояс прерывистого распространения вечной мерзлоты располагается в высотном интервале: на Алтае - 2700 - 2400 м абс., в Саур - Тарбагатае - 3000 - 2700 м, в Джунгарском Алатау - 3300 - 3000 м, в Тянь - Шане - 3600 - 3300 м.

Подпояс островного распространения вечной мерзлоты характеризуется тем, что мерзлые породы занимают меньшую площадь, нежели немерзлые: обычно на долю первых приходится около 20 %. В зависимости от характера рельефа преобладает или скальная, или рыхлообломочная криолитозона. Мощность вечномерзлой толщи обычно не более 20 - 25 м. Мерзлые породы большей частью приурочены к склонам северной экспозиции, к скоплениям грубообломочного материала (осыпям, каменным развалам), лишенного дисперсного заполнителя. На Алтае островное распространение криолитозоны типично для интервала абсолютных высот 2400 - 2000 м, Саур - Тарбагатай - 2700 - 2200 м, Джунгарского Алатау - 3000 - 2500 м, Северного Тянь - Шаня - 3300 - 2700 м.

Подпояс спорадического распространения вечномерзлых пород отличается прерывистостью: в пределах одних регионов он присутствует, в пределах других отсутствует. Все зависит от местных ландшафтных и фациальных особенностей. На Алтае вечная мерзлота обнаружена в каменных набросках курганов ("курганная мерзлота") даже на высотах 1100 м абс. [1]. Следовательно, здесь подпояс спорадической вечной мерзлоты располагается между 1100 м и 2000 м. В Тарбагатае этот подпояс не выражен, в Сауре он весьма проблематичен. В Джунгарском Алатау, в Заилийском и Кунгей Алатау вечномерзлые массивы приурочены к моховым ельникам, произрастающим на грубообломочных осыпях и развалах. Они прослеживаются здесь до высотного уровня около 1800 м. Отметим, что такие вечномерзлые массивы обычно по площади не больше нескольких десятков квадратных метров, а их мощность определяется 1-5 м. В пределах подпояса спорадической криолитозоны мерзлые породы занимают десятые доли процента его площади и менее. Особенно-

стью этого подпояса является то, что здесь многолетнее промерзание происходит при положительных средних годовых температурах воздуха. Мерзлое состояние пород неустойчиво: при незначительных повышении температуры воздуха оно исчезает, а при столь же небольших понижениях температуры вновь возникает. Вечная мерзлота в горах Казахстана распространена на территории, площадь которой оценивается 20 - 25 тыс. км².

Пояс сезонномерзлых пород размещается ниже пояса вечной мерзлоты. Он простирается до подножья гор и переходит на равнинные пространства Казахстана. Следовательно, их ареал более чем в сто раз превышает по площади таковой вечномерзлых пород. Сезонное промерзание почв и горных пород, конечно, имеет место и в пределах пояса вечномерзлых пород. Но в мерзлотоведении (геокриологии) принято называть этот процесс сезонным протаиванием в тех местах, где находятся массивы вечной мерзлоты. Там же, где они отсутствуют в пределах этого же пояса (на южных склонах, конусах выноса, вдоль тектонических разломов и в других местах) этот процесс именуется сезонным промерзанием. В пределах пояса или области сезонного промерзания вечномерзлые породы отсутствуют.

Максимальные глубины сезонного промерзания присущи Северному и Центральному Казахстану, а также среднегорному ярусу Алтая, Саур - Тарбагатая, Джунгарскому Алатау и Северному Тянь-Шаню. В этих регионах на малоснежных и бесснежных участках сезонное промерзание проникает до глубины 3 м, а в песчаных или каменистых массивах в суровые зимы даже до 4 м. Строго говоря, здесь речь идет о глубине проникновения нулевой температуры, образование кристалликов льда и цементация ими частиц субстрата наблюдается до меньших глубин, так как замерзание отложений происходит, в зависимости от ряда причин, при температурах ниже 0 °С, иногда даже при минус 1 °С и более низких [3]. Обычно сезонное промерзание почв в северной половине Казахстана, севернее 48 ° с.ш., проникает на глубину 1,5 - 2,0 м, т.е. до этих глубин прослеживается цементация льдом частиц грунта.

В южной половине Казахстана глубина сезонного промерзания закономерно уменьшается от 1,0 - 1,5 м на севере до нескольких десятков сантиметров на юге. На крайнем юге сезонное промерзание имеет прерывистый характер; в сутки с низкими температурами воз-

духа почва промерзает на 10-20 см, а в оттепели, даже среди зимы, она частично или полностью оттаивает. Так может повторяться в холодное время года многократно. Подобная картина наблюдается и на южных склонах низкогорий Тянь-Шаня.

Следует отметить одну интересную особенность Центрального Казахстана. Здесь в котловинах мелкосопочника местами встречаются перелетки. Они представляют собою мерзлые слои, которые не успели протаять летом, иными словами, перелеток - остаток сезонно-мерзлой почвы, перелетовавший одно лето. В следующее лето он обычно исчезает. Перелетки свидетельствуют, что незначительное похолодание климата, всего на 1 - 2 °С, может вызвать многолетнее промерзание, положить начало формированию вечной мерзлоты. Перелетки в наши дни могут встречаться в районе Кайнара, Каркаралинска, Улутау, т.е. в Карагандинской и Восточно - Казахстанской областях [6].

Кратковременное промерзание - протаивание обычно выражается в том, что ночью поверхность почвы промерзает на глубину нескольких сантиметров, а днем она полностью оттаивает. Этот процесс происходит в Казахстане повсеместно, но в зависимости от географического положения местности он проявляется в разные времена года. Так, в северных областях республики этот процесс отличается активностью ранней осенью и поздней весной, на юге равнинного Казахстана - поздней осенью и ранней весной. В горах, например Тянь-Шане, кратковременное промерзание - протаивание почв наблюдается осенью и весной - в низкогорье, а в высокогорье - поздней весной, летом и ранней осенью. Особенно часты циклы кратковременного промерзания - протаивания поверхностного слоя почвы на южных склонах в пределах высокогорной зоны. Обычно на этих склонах отсутствует постоянный снежный покров, поэтому в солнечные дни, даже при отрицательных температурах воздуха зимой, возможно протаивание почвы на несколько сантиметров в глубину. Отмечены случаи, когда на абсолютных высотах около 3500 м зимнее протаивание на таких склонах достигало глубины 10 см. В течение года на участках возможно до 300 циклов промерзания - протаивания оголенной поверхности почвы или горной породы. Этот процесс определяет интенсивное морозное (криогенное) выветривание пород, разрушение каменных бетонных и кирпичных кладок различных инженерных

сооружений. Для лучшего понимания динамики криогенных и посткриогенных процессов необходимо сказать несколько слов о криогенном строении вечномерзлых пород и подземных льдах, содержащихся в криолитозоне. Криогенное строение вечномерзлых пород горных территорий характеризуется чрезвычайной пестротой: высокольдистые рыхлообломочные породы, различного генезиса льды (погребенные, сегрегационные, инъекционные, инфильтрационные и другие) на небольших расстояниях сменяются малольдистыми скальными породами, лед в которых образуют тонкие прожилки, приуроченные к трещинам различного происхождения или к зонам тектонического дробления. Местами монолитные скальные породы вообще лишены льда. Такие безльдистые породы, но имеющие постоянно отрицательные температуры, именуются морозными или сухой вечной мерзлотой.

Наиболее крупные подземные массивы представлены погребенными, инъекционными и сегрегационными льдами. Отдельные массивы нередко достигают десятков и даже сотен тысяч кубических метров. Сегрегационные льды представлены пропластками, мощность которых варьирует от долей миллиметра до первых десятков сантиметров. Таяние подземных льдов при деградации вечной мерзлоты в какой-то мере увеличивает водность горных рек, с одной стороны, а с другой - способствует усилению инфильтрационных характеристик, повышает их поглощающую способность.

Наименее изученной до сих пор остается субгляциальная криолитозона, то есть та, которая находится под ледниками. Принято считать, что ледники гор Казахстана являются "холодными". Это означает, что на их контакте со скальным или рыхлообломочным ложем температуры заметно ниже 0°C .

При таких условиях горные породы под ледяным покровом должны находиться в мерзлом состоянии. Однако недавно получено свидетельство, правда единичное, что под одним достаточно крупным ледником Внутреннего Тянь-Шаня породы оказались в немерзлом состоянии. Возможно, что в данном случае на тепловое состояние ледникового ложа оказал воздействие тектонический разлом, пересекающий ледниковую долину. Известно, что по активным тектоническим разломам внутриземные тепловые потоки бывают значительно плотнее, что препятствует многолетнему

промерзанию литосферы. Поэтому один только факт нахождения пород под ледником в немерзлом состоянии не дает нам достаточно-го основания для заключения о повсеместном отсутствии субгляциальной криолитозоны. Но даже и при подтверждении выявленного обстоятельства можно быть уверенным, что такое отсутствие субгляциальной криолитозоны имеет сугубо локальное распространение, оно присуще отдельным участкам крупных ледников.

Криолитозона гор Казахстана содержит значительные запасы подземных льдов. Основная их часть находится в рыхлообломочных породах - ледниковых моренах, каменных глетчерах, осыпях, курумах, склоновых и озерных отложениях; меньшая - в скальных породах. В настоящее время из-за скудности фактического материала можно дать весьма ориентировочную оценку запаса льдов в альпийской криолитозоне Казахстана. Общий их объем в Казахстанском Алтае, Саур - Тарбагатае, Джунгарском Алатау и Тянь - Шане составляет не менее 30 км^3 , что примерно на 50-60 % меньше объема всех горных ледников республики. Например, общий объем ледников казахстанской части Джунгарского Алатау оценивается 39 км^3 [3], а объем подземных льдов этого же региона, по нашим подсчетам, составляет 19 км^3 в том случае, если криолитозона присутствует под всеми ледниками. Если же ее нет под некоторыми крупными глетчерами, то приведенную оценку объема следует уменьшить по крайней мере до 18 км^3 .

Наблюдаемое ныне глобальное потепление оказывает заметное воздействие на мерзлые породы и на различные криогенные процессы. Антропогенный фактор по мере расширения и интенсификации хозяйственной деятельности людей имеет тенденцию ко все большему воздействию на геокриологические условия, особенно это касается горных регионов Казахстана. К сожалению, в настоящее время данные об изменении глубин сезонного промерзания почв на равнинах Казахстана по ряду причин не могут быть использованы для иллюстрации влияния глобального потепления на криогенные процессы. В отношении горных территорий дело обстоит лучше [12]. Проведенные наблюдения за тепловым состоянием криолитозоны в Заилийском Алатау свидетельствуют, что на абсолютных высотах 3500 - 3400 м за последние два десятилетия температура криолитозоны в среднем повысилась на $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Отмечается исчезновение небольших массивов

криолитозоны в подпоясах спорадического и островного ее распространения, местами происходит увеличение глубины сезонного протаивания грунтов на несколько десятков сантиметров. Если такими темпами будет идти потепление в горах, то граница пояса вечной мерзлоты и границы его подпоясов в ближайшие 20 - 30 лет переместятся вверх на 100-200 м.

Увеличение глубины сезонного протаивания на льдистых моренах голоцена и в озерных отложениях приведет к активизации термокарстовых процессов, т.е. к вытаиванию подземных льдов, образованию, расширению и углублению просадок, в которых возникнут новые моренные озера или разрастутся старые. Все это будет способствовать формированию селеопасной обстановки, т.к. увеличится опасность прорыва озер [5]. Термокарстовые просадки могут возникнуть на дорогах, проложенных по льдистым грунтам. Именно такая просадка в 1995 - 1996 гг. появилась на автомобильной дороге на перевале Жусалыкезен (Заилийский Алатау), где наблюдается увеличение глубины сезонного протаивания. Эта же причина может привести к формированию криогенных оползней, которые способны трансформироваться в селевые потоки или разрушить различные сооружения. Все это необходимо учитывать при проведении изыскательских и проектных работ в ближайшие десятилетия.

Однако в последние 2 - 3 года наметился некоторый перелом в сторону увеличения глубины сезонного промерзания в Заилийском Алатау, даже стали возрождаться мерзлые перелетки. Подобное явление отмечается и в Альпах.

Деградация вечной мерзлоты в горах существенно повлияет на каменные глетчеры. Последние представляют собой скопления грубообломочного материала (глыбы, валуны, щебень), сцементированного льдом. Конфигурация каменного глетчера напоминает таковую горного ледника. Каменные глетчеры нередко достигают в длину многих сотен метров, а самые крупные - до 2-3 км. Ширина их измеряется десятками и первыми сотнями метров. Толщина ледокаменной массы каменного глетчера обычно 20-30 м. Он способен медленно двигаться по уклону долины или склона. Как правило, скорость этого движения составляет несколько десятков сантиметров в год. Но иногда она возрастает до 10-15 м/год. Не исключено, что при повышении температуры мерзлого ядра каменного глетчера скорость

его увеличится, что может вызвать ряд отрицательных последствий - перекрытие горных рек, образование временных озер, последующий их прорыв, формирование селевых потоков, перекрытие дорог, разрушение различных инженерных сооружений [10].

К числу динамических криогенных систем горных территорий следует отнести и солифлюкционные процессы. Солифлюкция - это медленное течение отложений на склонах, крутизна которых обычно варьирует в пределах 5-25°. Солифлюкционному движению подвержен слой сезонного промерзания или протаивания, мощность которого, как правило, составляет 1,5 - 2,0 м. В отличие от каменных глетчеров и термокарстовых просадок, солифлюкция может проявляться и в местах распространения вечной мерзлоты, и там, где она отсутствует, но наблюдается глубокое сезонное промерзание (обычно более 2 м) и медленное оттаивание почвы в теплое время года [5].

Скорость солифлюкционного движения на склонах обычно составляет 1 - 2 см/год. В горах нижняя граница солифлюкционных явлений примерно совпадает с верхней границей лесного пояса, а верхняя - с переходом дисперсных склоновых отложений в грубообломочные осыпи и скальные массивы. В некоторых случаях солифлюкция проникает в верхнюю часть лесного пояса, спускаясь примерно на 200 - 300 м ниже верхней границы леса. Следствием солифлюкции является комплекс специфических форм рельефа: террасы, "языки", фестоны, грунтовые потоки. Естественно, при строительстве линейных коммуникаций, прокладке дорог и возведении других инженерных сооружений следует избегать солифлюкционных склонов.

Солифлюкционные процессы по-разному реагируют на изменения климата. На склонах с вечной мерзлотой, где при потеплении происходит увеличение глубины сезонного протаивания, имеет место активизация солифлюкции в случае увеличения влажности почвы или ее снижение при уменьшении влажности. В местах, где вечная мерзлота отсутствует, при увеличении глубины сезонного промерзания, то есть при похолодании, при прочих равных условиях солифлюкция активизируется, а при потеплении она ослабевает.

Среди других криогенных образований заметное место занимают наледи. Эти ледяные покровы в основном приурочены к днищам долин и склонам высокогорий. Но небольшие их разновидности встречаются в среднегорье и на равнинах Центрального и Юго-

Восточного Казахстана. Крупные наледы достигают многих десятков и сотен тысяч квадратных метров. Во Внутреннем Тянь-Шане и на Восточном Памире, то есть за пределами Казахстана, они иногда достигают нескольких квадратных километров. Толщина многослойного льда крупной наледи обычно составляет 1-2 м, но в некоторых случаях достигает 4-5 м. Горным наледям посвящен ряд публикаций [2, 7], о равнинных наледях Казахстана сведения чрезвычайно скудны и публикации отсутствуют. В районах с суровым климатом, например в Якутии, потепление климата способствует активизации наледных процессов [4]. В высокогорьях Казахстана отмечается обратная картина, похолодание способствует развитию наледей.

Наледи могут рассматриваться двояко. Обычно о них говорят как об отрицательном факторе, так как они в зимнее время часто делают дороги непроходимыми. С другой стороны, наледы могут быть использованы в качестве посадочных площадок для вертолетов и небольших самолетов типа АН-2, для проезда автотранспорта по бездорожью. Возможно создание искусственных наледей, которые способны в какой-то степени регулировать сток горных рек, наледы можно использовать в качестве источников обводнения пастбищ и посевных площадей в аридных горных и равнинных районах. Есть данные, что наледы иногда могут быть использованы в качестве индикаторов активности очагов землетрясений.

Из других криогенных форм рельефа отметим различные образования, связанные с морозным пучением - мелкобугристые комплексы, иначе называемые туфурами, одиночные бугры с ледяными ядрами высотой до 1,0 - 1,5 м и в поперечнике до нескольких метров (гидролакколиты), или торфяные бугры (пальсы) с мерзлым ядром, по своим размерам сходные с предыдущими. Туфуры отличаются наиболее широким распространением, они встречаются в высокогорье и среднегорье, на равнинах Казахстана, то есть и в пределах области вечной мерзлоты, и за ее пределами, где наблюдается только глубокое сезонное промерзание. Гидролакколиты и пальсы формируются только там, где присутствует вечная мерзлота, другими словами, в высокогорье. Криогенные процессы порождают различные полигональные образования - луговые многоугольники, очерченные морозобойными трещинами. Характерны они для альпийских лугов, их обычный поперечник 1 - 2 м, но иногда он достигает 8 - 10 м. На

оголенных участках, по берегам озер и в их поймах, на ледниковых моренах формируются полигоны, представляющие собой мелкоземистые ячеи, обрамленные каменным материалом (щебень, глыбы, валуны, дресва). Размеры отсортированных многоугольников колеблются от 10 - 20 см до нескольких метров. Эти формы возникают за счет морозной сортировки частиц грунта.

Формы пучения, морозобойного трещинообразования и морозной сортировки во многих случаях служат индикаторами геокриологических условий - глубин и режима сезонного и кратковременного промерзания почв. Например, морозобойные трещины свидетельствуют о малоснежности территории и о скорости сезонного промерзания, мелкие отсортированные полигоны - с высокой частотой циклонов кратковременного промерзания - протаивания.

Естественно, что термокарстовые процессы, каменные глетчеры, солифлюкция и наледи в периоды повышения температур воздуха и криолитозоны должны находиться в сфере повышенного внимания изыскателей и проектировщиков. Протаивание вечномерзлых пород необходимо учитывать при проектировании и строительстве зданий и других сооружений в высокогорных районах. Нужно иметь в виду, что постройка, возведенная на мерзлом основании, подвергнется разрушению при исчезновении этого основания и даже при незначительном повышении температур мерзлых грунтов. На криолитозону, ее состояние и развитие заметное влияние оказывает и хозяйственная деятельность людей. Она воздействует и на многие криогенные процессы, что также следует учитывать при рациональном освоении высокогорий.

Так, вырубка горных лесов и арчевников способствует потеплению почвы: исчезают массивы вечной мерзлоты, перелетки, уменьшается глубина сезонного промерзания. Техногенное накопление грубообломочных материалов (глыб, щебня, валунов) при строительстве гидротехнических сооружений, дорожных и горнорудных работах (плотины, отвалы и т. п.) способно привести к значительному охлаждению субстрата, иногда к многолетнему его промерзанию в условиях положительных температур воздуха, даже при 2 - 3 °С. Это обстоятельство, в свою очередь, способно преобразовать отвал в техногенный каменный глетчер и вызвать его поступательное движение. Возможны и криогенные деформации плотин и дорожного полотна.

Удаление с поверхности грубообломочного покрова или его кольматаж может, наоборот, привести к протаиванию мерзлой толщи даже без сколько-нибудь существенного повышения средних годовых температур воздуха.

Свойство грубообломочных масс, не имеющих заполнителя, подвергаться многолетнему промерзанию при упомянутых выше температурах воздуха может быть использовано для сооружения естественных холодильников, которые не нуждаются в электроэнергии [8].

Подрезка дорогами или каналами солифлюкционными склонов может привести к активизации солифлюкционных процессов, что способно вывести из строя дорогу или увеличить затраты на ее постоянный ремонт. А в тех случаях, когда врезы в склон достигают или приближаются к уровню грунтовых вод, возможно образование наледей там, где ранее они не наблюдались. Удаление почвенно - растительного покрова способно увеличить глубину сезонного промерзания - протаивания грунтов. Это обстоятельство также необходимо принимать во внимание при строительстве и рациональном освоении территорий.

Существенно влияние хозяйственной деятельности человека на криогенные процессы, которые имеют место на пастбищах и пахотных землях. Так, при обводнении пастбищ в предзимний период в малоснежных равнинных районах вероятно развитие морозобойного трещинообразования, интенсивного морозного пучения, что ведет к нарушению целостности дернины - разрывам, взбугриванию поверхности и другим нежелательным последствиям, пагубно влияющим на почвенно - растительный покров. Возможно даже подтягивание к фронту промерзания различных солей и засоление отдельных участков пастбищ. Глубина и режим сезонного промерзания различных по механическому составу почв оказывают существенное влияние на их структуру. Исследование этого процесса позволяет находить оптимальные условия обработки почв и повышение их плодородия [14]. Многократное кратковременное промерзание - протаивание поверхностного слоя пашни способствует ее морозному высыханию, что облегчает дефляцию почвы. Частые циклы кратковременного промерзания - протаивания способствуют разрушению полотна шоссейных дорог. Исследование почв на равнинах Северного и Центрального Казахстана позволило выявить влияние древних криогенных дефор-

мации (поздне - и среднеплейстоценовых) на современное почвообразование. Особенно заметно воздействуют на химизм почв криогенные микродиапиры и клиновидные структуры различных видов [11]. Это обстоятельство необходимо учитывать при освоении и эксплуатации земельных угодий в упомянутых регионах республики. На высокогорных пастбищах неумеренный выпас скота приводит к изменению температурных условий непосредственно у поверхности альпийского луга, меняется так называемый "климат травы". Изреженный травянистый покров слабо защищает поверхность почвы от ночных заморозков, поэтому образование стебелькового льда становится здесь обычным [9]. Игольчатые кристаллы этого льда разрыхляют почву, что способствует разрушению дернового покрова, а это сокращает площадь продуктивных луговых пастбищ. Известный немецкий ученый К. Трольц предложил этот процесс именовать "turf exfoliation" [15], что в смысловом переводе на русский звучит примерно как "отслаивание дернины".

Заканчивая наш обзор по криоэкологии Казахстана, отметим, что до сих пор остается наименее изученным влияние сезонного и кратковременного промерзания почв на сельскохозяйственные угодья в различных макро - и микроклиматических обстановках, что может стать задачей дальнейших научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов И.Я. Мерзлота в скифских могилах урочища Пазарык в Горном Алтае // Известия Всесоюзного географического общества. - 1953. - № 3. - С. 269 - 278.
2. Бондарев Л.Г., Горбунов А.П. Наледи Тянь - Шаня // Наледи Сибири. - М.: Наука. - 1969. - С. 78 - 86.
3. Вилесов Е.Н., Белова И.В. Запасы льда и основные черты современного оледенения Тянь - Шаня // Геокриологические исследования в горах СССР. - Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР. - 1989. - С. 117 - 130.
4. Гаврилова М.К. Антропогенные изменения климата и криоэкология // Закономерности развития и дифференциации мерзлотных ландшафтов. - Якутск: Институт мерзлотоведения СО РАН, 1993. - С. 3 - 12.

5. Горбунов А.П. Мерзлотные явления Тянь - Шаня. - М.: Гидрометеониздат, Моск. отд-ние, 1970. - 265 с.
6. Горбунов А.П. Перелетки Казахского мелкосопочника // Геокриологические исследования в горах СССР. - Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. - С. 40 - 48.
7. Горбунов А.П., Ермолин Е.Д. Рельефообразующая роль наледей Тянь - Шаня и Памира // Наледи Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск: Наука. - 1981. - С. 160 - 166.
8. Горбунов А.П., Северский Э.В. Криогенез крупнообломочных отложений Заилийского Алатау // Природные ресурсы Или - Балхашского региона. - Алма - Ата: Наука. - 1990. - С. 134 - 140.
9. Горбунов А.П., Ермолин Е. Д., Северский Э.В. К изучению стелькового льда // Снежно - ледовые ресурсы и гидроклиматический режим горных районов Казахстана. - Алма - Ата: Гылым, 1992. - С. 101 - 118.
10. Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. - Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1989. - 164 с.
11. Горбунова И.А. Криогенез почв степной зоны Казахстана // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. - М. - 1985. - 20 с.
12. Северский И.В., Северский Э.В. Снежный покров и сезонное промерзание грунтов Северного Тянь - Шаня. - Якутск: Институт мерзлотоведения СО АН СССР, 1990. - 181 с.
13. Научно - прикладной справочник по климату СССР. Вып. 18. Кн. 2. Казахская ССР. - Л.: Гидрометеониздат, 1966. - 656 с.
14. Czeratzki W. Die Bedeutung des Bodenfrostes für den Ackerbau und Speziell für Boden bearbeitung. // Landbauforsch. Volkenrode. - 1971. - Vol. 21. - S. 1 - 12.
15. Troll C. Rasenabschalung (Turf Exfoliation) als periglaziales Phänomen der Subpolaren Zonen und der Hochgebirge // Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. 17. - 1973. - S. 1 - 32.

Международный центр геоэкологии гор аридных районов МН - АН РК

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КРИОЭКОЛОГИЯ ПРОБЛЕМАСЫ ЖӨНІНДЕ

Геогр. г. докторы

А.П. Горбунов

Геогр. г. канд.

И.А. Горбунова

Қазақстандағы криогендік үрдістің таралуы көрсетілген, әртүрлі сипаттағы мәңгілік тонға сипаттама беріліп, жалпы бағдар ретінде альпі криотоң аймағына баға берілген. Антропогендік факторлар және күрт жылынудың әсері әртүрлі криогендік үрдістерге айтарлықтай ықпал етуде. Биік тауларды тиімді игеру барысында мұны ескеру қажет.

УДК 504.054.53.628,3/4

**ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ
СТОЧНЫМИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ ВОДАМИ**

Доктор биол. наук К.Ш. Фаизов

Рассмотрены широко распространенные в нефтедобывающих регионах Казахстана процессы загрязнения почв минерализованными сточными промышленными водами. Показано, что в местах их аккумуляции происходит глубокая трансформация морфолого-генетического профиля почвы, формируются техногенные солончаки и солончаковые почвы с высоким уровнем содержания растворимых солей и токсичных химических элементов.

В основных нефтедобывающих регионах Казахстана - Атырауской и Мангыстауской областях - при разработке нефтяных месторождений для поддержания пластового давления в продуктивные нефтяные горизонты закачиваются морские, термальные, альсеноманские воды и их смеси. В Мангыстауской области таким образом ежегодно закачивается в пласт свыше 100 млн м³ воды, в Атырауской от 98 до 100 млн м³ [5,7,8]. В процессе добычи пластовые воды вместе с сырой нефтью поступают в специальные резервуары-отстойники, где после сепарации и обезвоживания нефть сбрасывается в магистральный трубопровод для дальнейшей транспортировки, одна часть пластовых вод вновь закачивается в подземные горизонты, а другая - аккумулируется на полях испарения. Отсутствие на предприятиях нефтедобычи эффективной системы утилизации сточных вод приводит к образованию на промыслах обширных "мертвых" водоемов, содержащих рассольные воды и токсичные химические вещества, чрезвычайно вредные для живых организмов. Только на месторождениях производственного объединения "Эмбанефть" на полях испарения ежегодно сбрасывается до 8,5 млн м³ минерализованных пластовых вод. На промыслах Доссор, Байшонас, Каратон и мно-

гих других они образовали водоемы, площадью в несколько квадратных километров.

Сточные воды являются полиингредиентным загрязняющим веществом, обладающим высокой геохимической активностью и токсичностью. Они не только загрязняют и засоляют почвы, но и способствуют развитию в подземных нефтяных пластах сульфатвосстанавливающих бактерий, что ведет к интенсивной коррозии технологического оборудования и созданию аварийных ситуаций. Скорость коррозии оборудования достигает 0,6 - 3,0 мм/год при температуре 50-60 °С. В составе сточных вод присутствуют нефтепродукты, разнообразные соли и механические примеси, которые, поглощаясь почвой и поступая в грунтовые воды, резко изменяют их химические и физико-химические свойства, солевой состав, щелочность, реакцию почвенных суспензий, почвенно-поглощающий комплекс, нарушают водно-воздушный режим и углеродно-азотный баланс, изменяют почвенную структуру. Содержание нефти в сточных водах производственного объединения "Тенгизнефтегаз" и "Эмбанефть" достигает в среднем 100 мг/л [5], что, по классификации Д.Г. Звягинцева и др. [1], оценивается как высокое, фитотоксичное, способное резко изменять и обеднять микробный состав почвы. Нефть и нефтепродукты являются трудноокисляемыми органическими соединениями, особенно присутствующие в них ароматические и парафинистые вещества метано - нафтеновые, асфальтены, смолы и др., которые, покрывая поверхность пленкой, затрудняют аэрацию и создают дефицит кислорода для живых организмов. Просачиваясь вглубь по профилю, в верхних горизонтах почвы сорбируются в основном в высокомолекулярные смолисто-асфальтеновые соединения и циклические углеводороды сточных вод, в нижних - в растворимые в воде низкомолекулярные вещества [6]. В почвенном профиле они образуют битумные коры и солевые горизонты. В составе сточных вод содержатся йод, бром, барий, кремний, цинк, стронций и многие другие элементы (табл.1). Количество химических элементов и их качественный состав в пластовых водах месторождений неодинаковы и находятся в тесной связи с генезисом и литолого-геохимическими особенностями слагающих пород. Однако повсеместно отмечается достаточно высокое содержание брома, бария, бора, йода, которое возрастает по мере увеличения минерализации воды.

Таблица 1

Содержание химических элементов нефтепромысловых водах, мг/л
(анализ выполнен в КазНИПИнефть)

Место- рождение	Минера- лизация	Cl ⁻	J ⁻	B ⁻	Si ⁺	Al ³⁺	Ba ²⁺	Ni ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Co ²⁺
Карамандыбас	193,1	383,6	5,0	9,3	19,0	2,9	9,6	0,19	19,0	-	-
Каламкас	139,5	141,0	7,6	7,5	14,0	-	9,4	0,002	3,1	0,3	0,03
Тенге	20,4	30,6	2,5	7,8	42,0	0,2	10,0	0,05	0,2	0,9	0,003
Озен	56,3	150,1	5,9	11,4	0,4	-	-	0,002	-	0,01	-
Жетыбай	43,0	65,3	2,5	27,2	22,0	0,9	1,9	-	1,3	13,0	-
Каражанбас	27,1	62,6	0,4	-	5,2	0,3	2,6	-	0,3	-	-
Оймаша	133,8	346,3	2,9	21,6	13,0	1,3	1,3	-	1,4	0,03	0,003

Сточные нефтепромысловые воды характеризуются высокой степенью минерализации, преимущественно хлоридно-кальциевого и сульфатно-натриевого состава [2]. Сумма солей достигает 150 - 300 г/л, содержание хлориона от 40 до 165, сульфатов от 3 до 16 и общая щелочность колеблется в пределах 0,02 - 0,40 г/л (табл. 2). В составе сточных вод по мере увеличения степени минерализации возрастает содержание хлорионов и натрия, уменьшается количество сульфатов, щелочность и рН среды. Минерализованные сточные нефтепромысловые воды вызывают глубокую трансформацию морфолого-генетического профиля почвы. Формируются своеобразные техногенные луговые солончаки и солончаковые почвы с измененными морфологическими, химическими и физико-химическими свойствами. Об этом свидетельствует описываемый ниже почвенный разрез и аналитические данные.

Разрез 9. Техногенный луговой солончак, образованный на месте зональной серо-бурой пустынной почвы при затоплении сточными нефтепромысловыми водами. Разрез расположен в 2 км западнее г. Жаңа Озен на окраине обширной низины, заполненной сточными водами, покрытой редкой галофитной растительностью (солерос, сарсазан, ажрек). Вскипание от соляной кислоты с поверхности.

0 - 0,5 см	Белесая, плотная, хрупкая солевая корка .
5 - 7 см	Сизовато-черная, влажная, маслянистая, насыщенная солями и нефтью бесструктурная супесь.
7 - 17 см	Ржаво-бурая, мокрая, пропитанная солями глина
17 - 45 см	Бурая, мокрая, глина. Гравитационный сток воды.

Данные химических анализов свидетельствуют о высокой степени засоления профиля лугового техногенного солончака (табл. 3).

Сумма солей в верхнем горизонте превышает 5 %, тип засоления почвы сульфатно-хлоридный кальциево-натриевый с содой, в значительной степени соответствует исходному засолению сточных промышленных вод. Почвы бедны гумусом, элементами минерального питания растений, бесструктурные, характеризуются, как и зональные

Химический состав сточных нефтепромысловых вод, г/л

Месторождение	Сухой остаток	НСО ₃	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺ по разности	pH
Доссор	259,4	0,093	152,6	1,680	5,000	9,000	91,06	6,8
Макаг	147,6	0,098	108,1	следы	3,560	0,681	64,00	6,5
Кульсары	214,6	0,317	128,7	0,091	4,340	0,559	79,90	6,8
Косчагыл	101,4	0,366	62,1	0,132	2,440	0,432	36,80	7,2
Каратон	67,1	0,378	40,4	нет	2,144	0,187	23,50	-
Байшонас	218,3	0,024	124,6	нет	3,780	0,120	76,30	-
Искине	303,6	0,122	147,7	15,740	3,480	0,209	99,00	-
Сагиз	111,6	0,189	65,9	0,002	2,287	0,749	40,60	-
Мунайлы	96,3	0,134	35,2	3,489	3,300	0,106	33,50	-
Тюлюс	135,3	0,098	78,3	3,868	4,920	0,151	46,70	-
Теренузак	99,3	0,134	57,8	0,625	4,860	0,041	32,20	-
Жетыбай	123,1	0,109	76,2	0,045	7,600	1,680	38,64	7,4
Озен	145,1	0,087	90,4	0,022	10,560	2,350	42,00	6,7
Каражанбас	271,4	0,537	164,6	0,095	0,640	0,528	9,071	-
Каламкас	148,1	0,134	91,41	0,023	0,620	0,204	48,25	-

серо-бурые почвы, высокой карбонатностью всего профиля, наличием иллювиального горизонта, обогащенного глиной.

Таблица 3

Содержание ионов солей в почвах техногенного лугового солончака, %

Глубина, см	Сумма солей	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₂	Частицы	
		HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻						< 0,01	< 0,001
0-7	5,157	0,041	0,014	2,18	1,16	0,31	0,20	11,0	17,0	8,5
7-17	1,155	0,026	следы	0,41	0,32	0,07	0,02	11,0	13,6	13,6
30-40	1,020	0,019	" "	0,27	0,40	0,09	0,02	11,8	48,7	15,0

По данным Н.П. Солнцевой [4], почвы, загрязненные сточными промышленными водами, отличаются радиальной дифференциацией состава почвенно-поглощающего комплекса с резким преобладанием обменного натрия в верхнем горизонте, при одновременном увеличении концентрации кальция и магния. По мере рассоления и выноса воднорастворимых солей из профиля техногенного солончака происходит вторичное подщелачивание, возрастает реакция почвенного раствора и содержание поглощенного натрия [3], увеличиваются процессы осолонцевания почв. При подсыхании водоема сточных вод продукты соле-пылевого выноса становятся токсичными и опасны для жителей нефтепромыслов.

Восстановление продуктивности почв, засоленных сточными нефтепромышленными водами, потребует проведения сложных мелиораций, связанных с дренажем и отводом минерализованных вод, промывкой, рассолением и рассолонцеванием почв, внесением химических мелиорантов, органических и минеральных удобрений. Поэтому попутные пластовые воды, извлекаемые при разведке и добыче нефти, необходимо надежно изолировать или использовать в замкнутом цикле для поддержания пластового давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью / Д.Г. Звягинцев, В.С. Гусев, С.В. Левин, Г.И. Селецкий, А.А. Оборин // Почвоведение. - 1989. - № 1. - С. 72 - 78.
2. Новые нефти Казахстана и их использование / Н.К. Надиров, А.В. Котова, В.Ф. Калмаков и др. // Алматы: Наука, 1984. - 448 с.
3. Солнцева Н.П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М.: Наука, 1988. - С. 23 - 42.
4. Солнцева Н.П., Садов А.П. Влияние сточных минерализованных вод на почвы в районе Уренгойского нефтегазового месторождения (Западная Сибирь) // Почвоведение. - 1997. - № 3. - С. 322 - 329.
5. Областная комплексная межотраслевая программа " Экология "по охране природы и улучшению здоровья населения. - Гурьев, 1989. - 214 с.
6. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М.: Наука, 1988. - С. 7 - 12.
7. Программа по экологии. - Актау, 1990. - 124 с.
8. Чердабаев Р.Т. Экономические проблемы экологии Казахстана. Алматы, 1996. - 186 с.

Институт почвоведения им. У.У. Успанова МН-АН РК.

ТОПЫРАҚТАРДЫҢ МҮНАЙ ӨНДІРІС АҒЫЗБАЛЫ СУЛАРЫМЕН ЛАСТАНУЫ ТУРАЛЫ

Биол. г. докторы К.Ш. Фаизов

Қазақстанның кең тараған аймақтарының топырақтары ағызбалы өндіріс суларымен ластанған құбылыстары қаралған. Ағызбалы су жиналған жерлерде техногендік шалғын сорлар және сорланған топырақ пайда болуы, олардың қатты тұздануы және улы химиялық заттармен ластанулары келтірілген.

УДК 502:357.853.003.1(574)

ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Канд. техн. наук З.О. Кадырова
Канд. геогр. наук Е.Е. Коченова

Исследуются вопросы охраны окружающей природной среды и рационального природопользования, которые возникают в связи с переходом государства от плановой к рыночной экономике. Показано, что решение экологических проблем, возникающих в результате хозяйственной деятельности по приоритетным направлениям, возможно лишь при условии совершенствования экологического планирования и управления природоохранной деятельностью.

Переживаемый обществом государственный экономический кризис требует рассматривать современное производство как эколого-экономическую систему, где в органическом единстве существуют природные и ресурсные факторы. В этой системе прослеживается тесная взаимосвязь экономических, технологических, социальных и природных процессов. Изменения в любом звене этой системы немедленно сказываются на функционировании других ее составляющих и всей системы в целом.

Характер природопользования, сформировавшийся к настоящему времени в нашем государстве, можно назвать узконаправленным и преимущественно ресурсопотребляющим, с получением максимальных хозяйственных выгод и с глубоким негативным воздействием на среду обитания всего живого. Для него свойственны истощительное использование невозобновляемых и сверх эксплуатация возобновляемых природных ресурсов, значительно превышающие возможности их естественного воспроизводства и восстановления, а также крупномасштабное

загрязнение окружающей природной среды. Даже несмотря на продолжающийся спад производства, не наблюдается соответственного снижения объемов загрязнений, поступающих в воздух, водные объекты, почвы, уменьшения техногенной нагрузки на окружающую природную среду [1]. Основными загрязнителями природной среды остаются предприятия топливно-энергетического комплекса, цветной и черной металлургии, нефтегазовой промышленности. По-прежнему, в перечень загрязненных городов входят Шымкент, Зыряновск, Усть-Каменогорск, Актюбинск, Жезказган. Существенный вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт, парк которого за последние годы пополнился автомашинами устаревших моделей иностранного производства, и их выбросы не соответствуют экологическим требованиям. Положение усугубляется отсутствием нормативной базы для их контроля. Подавляющую массу выбросов в атмосферный воздух составляют оксиды углерода, серы и азота, фенолы, формальдегид, мышьяк, свинец, пыль.

Во многих регионах ощущается дефицит питьевой воды, отвечающей по своему качеству санитарным требованиям, а также воды, используемой в системах водоснабжения предприятий, соответствующей техническим условиям. Следствием неэффективной работы городских очистных сооружений становятся сбросы недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водоемы или накопители, находящиеся в аварийном состоянии. Средняя обеспеченность городов и населенных пунктов водными ресурсами с качеством воды ниже нормативно-допустимого уровня примерно в 3 раза больше в целом по республике и в 6-8 раз - в отдельных ее регионах. Более 40 % сельского населения используют для хозяйственно-питьевых целей воду из децентрализованных источников (колодцы, родники, скважины без разводящей сети). Состояние источников питьевого водоснабжения (поверхностных, подземных вод, централизованных и децентрализованных систем) не может гарантировать требуемого качества питьевой воды.

Из-за разрушения систем водоснабжения и канализации во многих регионах Казахстана велики потери воды при транспортировке. Наиболее неблагоприятная обстановка сложилась в бассейнах рек Иртыш, Глубочанка, Красноярка, Ульба, Бухтарма,

Нура и Шерубайнура, которые долгое время подвергались техногенному воздействию предприятий металлургической и нефтехимической промышленности. В воде этих рек зарегистрированы экстремально высокие уровни загрязнения цинком и медью, превышающие ПДК в сотни раз. Река Нура, принимая в течение длительного времени ртутьсодержащие стоки, перешла в категорию объектов "вторичного загрязнения" ртутью, так как мощность донных отложений достигла 1,2 м, а масса накопленной ртути - нескольких десятков тонн.

Мощному антропогенному загрязнению продолжают подвергаться подземные воды республики. Выявлено 450 очагов их загрязнения. Наиболее крупные очаги находятся в зоне дислокации АО "Испат Кармет" и АО "Карбид" (Карагандинская обл.), Актюбинской ТЭЦ, шламонакопителей и отстойников АО "Химпром" (Жамбылская обл.). Состояние земель Казахстана остается неудовлетворительным. Прогрессирует водная и ветровая эрозия, значительных размеров достигло опустынивание, вторичное засоление и подтопление земель, происходит загрязнение почв и уменьшение их плодородия. Нерациональное сельскохозяйственное землепользование является одним из факторов деградации почвенного покрова Казахстана.

Значительных масштабов достигло промышленное загрязнение почвенного покрова. Наиболее загрязнены территории и окрестности городов Лениногорск, Усть-Каменогорск, Жезказган, Шымкент, где содержание свинца, меди, цинка, кадмия и других соединений тяжелых и цветных металлов в почвах достигает нескольких десятков ПДК. В г. Алматы, где весьма развита автотранспортная отрасль, почвенный покров загрязнен преимущественно свинцом, содержание которого постоянно определяется уровнем 4-5 ПДК. В местах разработки нефтяных месторождений отмечается загрязнение поверхности земли нефтью и нефтесодержащими жидкостями: преимущественно это разливы пластовых вод и нефти на грунте вдоль нефтепроводов, достигающие общей площади до десятков тысяч квадратных километров.

Большую опасность для окружающей природной среды представляют аварии на железных дорогах, а так же порывы нефте- и трубопроводов. В результате этих аварий загрязняются нефтью

большие территории, а также реки. Анализ ситуации показывает, что загрязнение поверхностных водоемов и почв по вышеупомянутым причинам в дальнейшем будет возрастать, так как эксплуатационный срок службы многих нефтепроводов в настоящее время уже истекает. При этом требуются значительные затраты на проведение ремонтных и профилактических работ, финансирование которых в условиях падения производства крайне трудно осуществить. Следует указать, однако, что размеры потенциального ущерба природе, который может явиться следствием разрыва нефте - газопроводов может значительно превышать расходы на поддержание системы в исправном состоянии. В степной и пустынной зонах деградация ландшафтов превысила критический уровень, особенно в Приаралье, Прикаспии, Прибалхашье и в Центральном Казахстане. Продолжают развиваться негативные процессы, ставшие следствием освоения целинных и залежных земель.

При добыче минеральных ресурсов разработка ведется с нарушением законодательства о недрах, что свидетельствует о нерациональном использовании природных ресурсов, хотя законодательная и организационная база функционирования рыночных механизмов в области недропользования в целом сформирована. Устаревшие стандарты, технические условия на проведение геологических работ необходимо привести в соответствие с новым законодательством о недропользовании. Существующие технологические схемы и технологии не обеспечивают эффективную, комплексную, экономичную и экологически чистую переработку минерального сырья, в том числе сырья техногенных месторождений бедных и труднообогатимых руд. Не внедрены в республике методы дистанционного исследования, обеспечивающие полноту, комплексность и достоверность информации для контроля за недропользованием, загрязнением недр и техногенными явлениями при разведке и добыче полезных ископаемых. Следствием низкой эффективности ресурсопользования стало накопление большого количества отходов производства (более 20 млрд т). Под отвалами занято уже свыше 90 тыс. га земли, из которых 23 тыс. га - пахотнопригодные.

Одной из главных причин ухудшения экологической обстановки и здоровья населения республики является недостаточная

природоохранная деятельность, вызванная экономическим кризисом, спадом инвестиционной активности предприятий - природопользователей. Отсутствие отработанной системы управления хозяйственной деятельностью, правовых, нормативно-методических документов, экономических рычагов, регулирующих взаимоотношения государства и природопользователей в рыночных отношениях, не позволяет осуществлять действенный контроль за рациональным природопользованием. Однако масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду столь велики и разрушительны, что общество вынуждено вести интенсивный поиск новых подходов разрешения экологических и экономических противоречий. В устранении этих противоречий решающая роль отводится выработке эффективного хозяйственного механизма природопользования, совершенно необходимого в условиях перехода экономики на рыночные отношения, а так же внедрение малоотходных, безотходных, безаварийных технологических процессов.

Проблемы рационального природопользования и воспроизводства природных ресурсов являются неотъемлемой частью национальной политики республики в период перехода к рыночным отношениям. Охрана и воспроизводство природных ресурсов являются базисом устойчивого экономического развития страны и предотвращения роста бедности, борьба с которой объявлена приоритетным направлением мировой политики и деятельности ООН. Что же такое рациональное природопользование в свете концепции развития Казахстана и каковы его основные принципы? Под рациональным природопользованием понимается режим хозяйственно- административно-регулятивной деятельности, призванный обеспечить наиболее экономную эксплуатацию природных ресурсов и условия эффективного их воспроизводства с учетом перспективных интересов. Внедрение рационального природопользования означает повышение его наукоемкости, усиление роли экологического планирования, прогнозирования, внедрение и совершенствование космического и наземного природно-ресурсного мониторинга, введение новых форм и показателей статистической отчетности для предприятий, регионов, в которых обобщается достоверная информация об использовании

природных ресурсов. Поэтому так важно сформулировать основные принципы и подходы к созданию нового хозяйственного механизма взаимоотношений государства, регионов и природопользователей, т.е. разработать основные принципы государственного управления с учетом экономических механизмов, стимулирующих рациональное природопользование.

Основными принципами рационального природопользования при переходе к рыночным отношениям являются:

- правовое регулирование системы взаимоотношений государства и природопользователей (разработка и реализация законов "Об охране окружающей среды", "О недропользовании", "О земле" и др.), лицензирование хозяйственной деятельности на территории республики;

- экономические рычаги, стимулирующие рациональное природопользование, льготное налогообложение и кредитование предприятий, внедряющих природоохранные мероприятия, создание рынка купли-продажи прав на сбросы (выбросы) загрязняющих веществ;

- нормирование природопользования - ограничение объемов выбросов (сбросов), размещения отходов с учетом их ежегодного (поэтапного) снижения и доведения до нормативного состояния, не влияющего на экосистемы;

- лимиты природопользования - предельно допустимое изъятие природных ресурсов из отдельных экосистем (или нагрузка на них), при которых не допускаются их нарушения.

В новых условиях хозяйствования важное значение приобретают экономические методы обеспечения решения экологических проблем, позволяющие эффективно использовать природные богатства республики и снижать загрязнение окружающей природной среды. Новый экономический механизм предусматривает стимулирование внедрения безотходных, экологически чистых технологий, создает заинтересованность в проведении природовосстановительных и природоохранных мероприятий, регулирует процесс рационального в экологическом отношении размещения новых промышленных объектов. В период перехода экономики к рыночным отношениям для создания эффективного экономического механизма необходимо решение следующих задач:

- создание эффективной системы платежей за природные ресурсы (земля, вода, недра, растительный и животный мир), выбросы (сбросы) и размещение загрязняющих веществ в природную среду, стимулирующее оздоровление;

- формирование рынка экологических услуг, обеспечивающего финансирование и льготное банковское кредитование мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов;

- создание механизма распределения ответственности за ущерб, нанесенный окружающей среде до приватизации предприятий;

- определение источников финансирования для решения экологических проблем и проведения природоохранных мероприятий в регионах, подвергшихся чрезмерному антропогенному воздействию.

Важным условием совершенствования хозяйственного механизма в сфере природопользования является установление нормативов (ставок) платы на природные ресурсы, за пользование недрами, землей, водой, растительным и животным миром, рекреационными и другими услугами, введение платежей за пользование ими в пределах установленных лимитов, а также за сверхлимитное потребление, что создаст условия для бережного отношения к природным ресурсам и снижения загрязнения природной среды.

Вторым важным условием является установление нормативов платы за охрану и воспроизводство природных ресурсов, которые необходимо принять на государственном уровне и закрепить их законодательно. Отношения между природопользователями и местными органами (владельцами природных ресурсов) должны строиться на основе лицензирования (права на эксплуатацию) и договоров на природопользование, где необходимо указать размеры платежей за ресурсы, порядок их эффективной эксплуатации, права и ответственность сторон. Установление экологических ограничений по экосистемам и территориям будет способствовать переходу природопользования на ресурсосбережение, что улучшит экологическое состояние регионов и снизит социальную напряженность. Практически это означает перевод всей

хозяйственной деятельности на рациональное природопользование, которое будет сбалансировано на региональном уровне.

Таким образом, правовое, экономическое, нормативно-лимитированное природопользование является основным рычагом, регулирующим взаимоотношения хозяйствующих субъектов и государства при использовании природных ресурсов на региональном уровне. Основной целью экологизации хозяйственной деятельности в Республике Казахстан является обеспечение сбалансированного и устойчивого развития хозяйственных комплексов с учетом экологических факторов состояния среды обитания человека, существующей экологической обстановки, а также глобальных проблем мирового сообщества с целью недопущения разрушения экосистем в условиях переходного периода. Стратегические цели национального уровня РК включают в себя:

- сохранение биосферного равновесия путем снижения антропогенных нагрузок на окружающую природную среду (решение проблем кислотных дождей, глобального потепления, истощения озонового слоя, трансграничного загрязнения атмосферы и водных объектов);

- сохранение генетического фонда, видового и ландшафтного разнообразия;

- рациональное использование возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов в интересах эффективного и устойчивого социально-экономического развития республики на современном этапе и в перспективе;

- стабилизацию экологического положения в республике и существенное улучшение состояния среды в зонах и городах с крайне неблагоприятной экологической ситуацией.

В связи с высокой вариабельностью темпов развития экономики ставить равнозначные цели на весь период планирования было бы нереальным. Поэтому, при отсутствии возможности выделения крупных капитальных вложений на природоохранные мероприятия, на первом этапе (1997- 1998 гг.), когда не ожидается заметного подъема экономики, основной целью определены: реорганизация, совершенствование системы управления

природопользованием и охраной окружающей среды и адаптация ее к рыночным условиям.

В соответствии с этим задачами первого этапа являются:

- завершение и создание основных законодательных актов, систем стандартов и нормативных требований к хозяйственной деятельности, техногенным нагрузкам на природную среду с учетом международных норм и требований;
- проведение работ по экологическому районированию областей республики, оценка экологического состояния по территориям и экосистемам;
- разработка территориальных комплексных схем охраны природы в рамках основной административной структурообразующей единицы-области, с учетом нормирования выбросов (сбросов), размещения отходов и лимитирования использования природных ресурсов, резервирования территории;
- создание основ экономического механизма, стимулирующего рациональное природопользование, охрану окружающей среды и осуществление природоохранных мероприятий, включающего в себя льготное налогообложение и кредитование;
- обеспечение рационального в экологическом отношении размещения новых производств и предприятий, оказывающих воздействие на окружающую природную среду;
- разработка и осуществление природоохранных мероприятий на действующих производствах и внедрение апробированных, готовых к тиражированию технологических процессов и оборудования;
- разработка и внедрение систем мониторинга окружающей среды и информационных услуг ;
- создание условий для привлечения иностранных инвестиций в целях решения проблем реабилитации природных комплексов в экологически неблагополучных регионах ;
- завершение разработки и введение в действие законов социальной защиты населения, пострадавшего от экологических катастроф и бедствий;
- создание сети охраняемых территорий, резервирования ресурсов и земельных участков.

На втором этапе (1999-2000 гг.), в период структурной перестройки экономики и создания базы устойчивого развития республики, основной целью является обеспечение сбалансированного природопользования, т.е. достижения положения, когда использование ресурсов не превышает природного потенциала.

Задачами второго этапа являются:

- разработка и внедрение альтернативных видов ресурсопользования и ресурсосберегающих технологий на вновь создаваемых предприятиях и производствах;

- осуществление экологически обоснованного размещения производительных сил;

- сокращение негативного воздействия сельского хозяйства на окружающую среду (пересмотр структуры посевных площадей и пр.);

- содействие развитию хозяйств, комплексно использующих все разнообразие ландшафтных ресурсов;

- приведение нормативов природопользования в соответствие с международными.

Задачами третьего этапа (2001 - 2010 гг.) являются :

- завершение резервирования природных территорий и объектов;

- ликвидация сверхнормативного загрязнения окружающей природной среды, в том числе возвратными и дренажными водами;

- внедрение эффективных технологий использования вторичных ресурсов;

- приведение перспективных изменений экологической обстановки, обусловленных развитием производства и демографическими сдвигами, в соответствии с нормативными требованиями к качеству окружающей природной среды и охраны здоровья людей;

- получение максимального экономического эффекта от улучшения состояния окружающей природной среды, ресурсосбережения и более полного использования природных ресурсов.

Эти задачи будут уточнены после разработки Министерством экономики РК прогноза социально-экономического развития республики на перспективу. Темпы и этапность решения этих задач по существу predetermined ходом развития экономических отношений в республике, поэтому более частные задачи и сроки их решения сформулированы в контексте экономических

преобразований, заложенных в стратегии экономического развития РК.

Проводимая экономическая реформа предусматривает приватизацию государственной собственности и реформирование предприятий путем их акционирования и передачи в ответственное управление. Приватизация государственных комплексов осуществляется по специальным проектам, в которых оговариваются ее социальные и экологические аспекты. В условиях, когда меняются формы собственности - предприятия становятся частными, акционерными, передаются в управление иностранным инвесторам, у них резко снижается заинтересованность во вложении средств в природоохранные мероприятия, так как они не дают быстрого экономического эффекта. В этом случае отсутствие соответствующей законодательной базы, системы действенных экономических рычагов, адаптированных к условиям рыночных отношений, гибкой системы платежей за использование природных ресурсов приведет к необоснованно высокой эксплуатации природных ресурсов.

Решение экологических проблем, возникающих в результате хозяйственной деятельности, в современных условиях возможно тремя путями:

- структурной перестройкой экономики, которая предусматривает перераспределение ресурсов, перемещение их из горнодобывающих отраслей и сельского хозяйства (природоемких) в обрабатывающую промышленность (строительство, транспорт, связь), а затем и в сферу интеллектуальной деятельности;

- развитием малоотходных и безотходных технологий, которые позволяют создать замкнутые технологические циклы с максимальным использованием сырья и отходов. При замкнутых технологических циклах возникает возможность рационально использовать природные ресурсы и снизить нагрузку на окружающую среду на региональном уровне;

- проведением прямых природоохранных мероприятий (строительства очистных сооружений, создания особо охраняемых территорий, рекультивации земель). При этом перестройка экономики идет очень медленно, а низкий технологический уровень не позволяет незамедлительно ликвидировать негативные технологические последствия.

Определение перечня природоохранных мероприятий по экологизации хозяйственной деятельности в приоритетных направлениях и дальнейшее их выполнение сократит потребность в природных ресурсах, минимизирует затраты на ликвидацию негативных последствий воздействия на окружающую среду. Приоритетными направлениями по экологизации хозяйственной деятельности, общими для всех основных отраслей промышленности, являются: структурные преобразования в промышленности с целью интеграции в мировую экономику; развитие промышленности с учетом оценки ее потенциального воздействия на окружающую среду; проведение природоохранных мероприятий.

Мероприятиями по осуществлению деятельности в первом направлении должны быть следующие:

- разработка и обеспечение выполнения программ и проектов по ресурсо- и энергосбережению во всех промышленных комплексах;

- формирование инфраструктуры производств, обеспечивающих освоение новых видов продукции на основе комплексной переработки сырья;

- создание технологически связанных производств в различных промышленных комплексах с максимальным использованием сырья и отходов;

- опережающее развитие наукоемких, высокотехнологических и экологически безопасных производств.

Для развития промышленности с учетом оценки ее потенциального воздействия на окружающую среду предполагается реализация мероприятий по модернизации наиболее конкурентоспособных и важных промышленных предприятий за счет внедрения высокоэффективных экологически чистых технологий и оборудования. Мероприятия в этом направлении для каждой из основных отраслей хозяйства страны имеют свою специфику. С целью предотвращения роста абсолютного и относительного загрязнения атмосферного воздуха в результате деятельности топливно-энергетического комплекса они заключаются во внедрении высокоэкономичных парогазовых (ПГУ) и газотурбинных установок на ТЭС, обеспеченных природным газом; внедрении внутрицикловой газификации углей и освоении котлов-утилизаторов; надстройке существующих электростанций и котельных газовыми турбинами с

утилизацией тепла. Для ликвидации шлакования котлов, снижения выбросов окислов азота необходимо усовершенствование камерных топок и горелочных устройств, а также строительство атомных установок малой и средней мощности для теплоснабжения.

В области энергетического производства необходимо, во-первых, рациональное использование гидроэнергетических ресурсов, которое достигается за счет сооружения гидроэлектростанций средней и малой мощности на основных реках, и это позволит улучшить экологическую ситуацию за счет вытеснения из топливного баланса около 6 млн тонн условного топлива.

Во-вторых, не переоценить развитие нетрадиционных, возобновляемых источников энергии (малая гидроэнергетика, ветроэнергетика, солнечные водонагревательные установки, геотермальная энергия, существующих и неэксплуатируемых скважин), путем разработки и внедрения установок по использованию солнечной энергии и энергии ветра в хозяйственных целях. Это, в конечном счете, позволит добиться уменьшения негативного воздействия энергетики на окружающую среду.

В угольной промышленности снижения техногенной нагрузки на окружающую среду возможно добиться путем внедрения экологически чистых технологий добычи и переработки угля с закладкой выработанного пространства. Внедрение систем по использованию и переработке попутного газа, получаемого при нефтедобыче, позволит рационально использовать природные ресурсы и сокращать вредные выбросы в окружающую среду в нефтегазовой промышленности.

Решение задачи в деятельности металлургического комплекса по увеличению выпуска промышленной продукции, соответствующей потребностям республики и конъюнктуре мирового рынка, видится в комплексном использовании минерального сырья на основе ресурсосберегающих высокоэффективных технологий. Экологически и экономически целесообразная переработка отходов производств неизменно приведет к ресурсосбережению.

В химической и нефтехимической промышленности с развитием технологий по углубленной переработке сырья с увеличением доли высокотехнологической и наукоемкой продукции начнется выпуск новых, экологически чистых видов продукции.

Природоохранные мероприятия в промышленном производстве заключаются в

- модернизации существующего и внедрении нового технологического и газоочистного оборудования, удовлетворяющего по показателям технологическим и экологическим нормативам;
- строительстве комплекса сооружений по очистке загрязненных сточных вод;
- извлечении попутных элементов из отходов промышленности и рекультивации нарушенных территорий.

Экологизация сельского хозяйства и аграрно-промышленного комплекса должна происходить в трех направлениях:

- развитие инфраструктуры и перерабатывающих отраслей;
- обеспечение простого и расширенного воспроизводства плодородия почв;
- восстановление земель сельскохозяйственного пользования.

Результатом проведения мероприятий в первом направлении, а к ним относятся создание перерабатывающей отрасли с полной утилизацией и комплексным использованием сельскохозяйственного сырья и учет резервов сельскохозяйственной продукции, станут стабилизация экологической ситуации и снижение нагрузки, высвобождение земельных природных ресурсов без сокращения фондов потребления.

Воспроизводство плодородия почв состоит в проведении противоэрозийных агротехнических мероприятий - севооборотов в сочетании со специальными приемами плоскорезной обработки почв, научно обоснованном применении минеральных и органических удобрений, оптимизации соотношения элементов питания для поддержания почвенного плодородия в экологическом равновесии за счет биологизации земледелия и, наконец, агролесомелиоризации. Все эти мероприятия обеспечат снижение негативной нагрузки на окружающую среду и прирост сельскохозяйственной продукции. Восстановления земель сельскохозяйственного пользования можно достичь путем создания защитных лесных насаждений, мелиорации солонцовых пятен пашни, рекультивации нарушенных земель, борьбы с опустыниванием, вывода земель из использования под пашню, залужение. Проведение таких мероприятий позволит улучшить

экологическое состояние экосистем, восстановить сельскохозяйственные угодья, пострадавшие от антропогенного воздействия и негативных природных процессов.

Учитывая особую опасность загрязнения атмосферы автотранспортом, предлагаются следующие основные направления по снижению такого загрязнения.

Реструктуризация и совершенствование автотранспортной деятельности в сфере технического обслуживания и ремонта, которая подразумевает:

- проведение государственного технического осмотра автотранспортных средств;
- сертификацию автотранспортной техники и услуг ее технического обслуживания;
- экспертизу различных проектов, направляемых на улучшение экономических и экологических параметров автомобилей, эксплуатационных материалов автотранспортного назначения.

Перечисленные мероприятия позволят подойти к комплексному решению проблем экологии на транспорте.

Совершенствование технического состояния и эксплуатации автомобильного транспорта, которое приведет к снижению расхода автотранспортного топлива и количества вредных выбросов от транспорта, предполагает развитие

- аккредитованных испытательных центров и лабораторий;
- систем сертификации автотранспортной техники и услуг по ее техническому обслуживанию;
- сети станций технического обслуживания и других организаций по ремонту и регулированию топливной аппаратуры и систем зажигания двигателей автомобилей.

Совершенствование качества топливно-смазочных материалов с контролем их использования, которое также существенно снизит автомобильные выбросы, достигается применением альтернативных моторных топлив, высокооктановых бензинов с минимальными присадками тетраэтилсвинца, неэтилированных бензинов, дизельного топлива с содержанием серы до 0,2 %.

Для решения экологических проблем, возникающих в результате деятельности военно-промышленных комплексов (ВПК), необходимо принятие мер в следующих направлениях.

Подготовка пакета документов по регулированию межгосударственных отношений в области охраны окружающей среды:

- разработка регламента работы предприятий и плана оперативных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и ликвидации негативных последствий деятельности предприятий;

- паспортизация районов ВПК;

- рекомендации по улучшению экологической обстановки в районах деятельности предприятий ВПК и определению ущерба, наносимого природным объектам.

Развитие и конверсия ВПК с учетом экономически обоснованных потребностей хозяйства республики с модернизацией предприятий и выпуском товаров народного потребления позволит снизить техногенные нагрузки на окружающую среду. Проведение природоохранных мероприятий для снижения загрязнения почвы, воздуха и воды включает в себя усовершенствование системы анализа и контроля за токсичными выбросами; внедрение метрологически аттестованной методики аналитического контроля за гептилом, ракетным топливом и продуктами их распада; организацию работ по детоксикации деградированных, загрязненных и опасных для населения земельных и водных угодий; ведение ландшафтно-восстановительных работ. Последнее позволит ликвидировать негативные последствия деятельности предприятий ВПК. Следуя этим основным направлениям, реальна возможность снижения ресурсо-, энерго- и материалоемкости производства с уменьшением техногенной нагрузки на окружающую природную среду. Основной объем финансирования по всем направлениям экологизации хозяйственных комплексов, учитывая переход государства на новые экономические отношения, должны составлять средства частного сектора, собственные средства предприятий - природопользователей, средства инвесторов, кредиты банков. Возможно привлечение небольшой доли средств по отдельным проектам из местного и республиканского бюджетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закумбаев А.К., Арынов Е.М. Проблемы охраны окружающей

среды в Казахстане. - Алматы: Институт развития
Казахстана, 1995. - 120 с.

Государственное научно - производственное объединение
прикладной экологии "Казмеханобр"

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА
ШАРУАШЫЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ
ЭКОЛОГИЯЛАНДЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ
БАҒЫТТАРЫ ЖӨНІНДЕ**

Техн. ғ. канд. З.О. Қадырова
Геогр. ғ. канд. Е.Е. Коченова

Мемлекеттің жоспарлы жүйеден нарықтық экономикаға көшуіне байланысты туындайтын қоршаған табиғи органы қорғау және табиғатты тиімді пайдалану мәселелері зерттеледі. Шаруашылық қызметінің сындарлы бағытының нәтижесінде туындайтын экологиялық проблемаларды шешуді тек қана экологиялық жоспарлау және табиғатты қорғау қызметін басқаруды жетілдіру барысында жүзеге асыруға болатындығы ашып көрсетілген.

УДК 622.822:622.271

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В УТИЛИЗАЦИИ СЕРНИСТЫХ ГАЗОВ И ДРУГИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Доктор техн. наук	Т.К. Ахмеджанов
Доктор техн. наук	А.П. Яковлев
Канд. техн. наук	А.Б. Бегалинов
Канд. техн. наук	С.В. Лобко
Канд. техн. наук	Ч. Медсуов
Канд. техн. наук	Г.М. Юсупова

Изложены перспективные технологические возможности улучшения экологической ситуации за счет утилизации сернистых газов в горно-металлургической промышленности с получением высокотоварной дополнительной продукции, имеющей спрос на внутреннем и внешнем рынке. Кроме того открывается возможность замены использования экологически опасных цианистых соединений при выщелачивании редких и благородных металлов на экологически безопасные сульфит-бисульфитные выщелачивающие растворы, получаемые при утилизации отходящих сернистых газов.

В цветной металлургии сера является, как известно, неотъемлемым компонентом концентратов меди, свинца, цинка и никеля. Поэтому не случайно, что основными источниками выбросов сернистого ангидрида в атмосферу в перерабатывающей промышленности являются: предприятия цветной металлургии (55 %), сернокислотные заводы химической промышленности (23 %); предприятия черной металлургии (17 %); другие предприятия. Суммарный выброс по странам СНГ превышает полтора миллиона тонн.

В республике Казахстан при производстве меди (Жезказган,

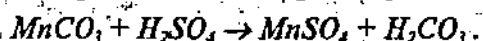
Балхаш), цинка (Усть-Каменогорск, Лениногорск) и других металлов (свинец - Шымкент) выбрасываются в атмосферу миллионы м³/ч отходящих газов, требующих очистки и содержащие сотни тысяч тонн в год диоксида серы (1,3 млн т). Эти газы, как правило, содержат также свинец, мышьяк, твердые частицы. Основной способ утилизации сернистых газов при производстве цветных металлов это получение серной кислоты. В настоящее время степень использования серы отходящих газов предприятий цветной металлургии еще недостаточно высокая, что связано со спецификой работы металлургического производства. Основными причинами низкого использования сернистых металлургических газов являются: выделение металлургическими производствами больших количеств "слабых" газов и недостаточная мощность серноокислотных производств для переработки всех "крепких" газов. Газы с концентрацией SO₂ более 3,5 % можно эффективно перерабатывать на серную кислоту стандартными способами. Такие газы условно принято называть крепкими, а газы с концентрацией от 0,1 до 3,5 % - слабыми. Как показывает расчет на долю крепких металлургических газов приходится 54 % серы, а на долю слабых - 46 %. При сопоставлении объемов выделенных крепких и слабых газов оказывается, что в общем объеме металлургических газов слабые составляют большую часть - 88 %. Получить серосодержащую продукцию из слабых газов нецелесообразно экономически в виде серной кислоты стандартными способами и сложно технически другими способами. Так, в начале 70-х годов практически вся сера слабых газов и около 25 % серы, содержащейся в крепких газах, выбрасывалась в атмосферу. Решение проблемы переработки слабых газов виделось в уменьшении доли слабых газов относительно крепких в структуре выбросов на основе внедрения новой техники, что позволило бы увеличить выпуск серной кислоты [1].

Анализ зарубежного опыта по утилизации сернистых газов цветной металлургии показывает идентичность подхода к решению проблем экологии - ориентация на преимущественное производство серной кислоты на основе внедрения новых технологических процессов, позволяющих повысить степень использования серы отходящих газов [2]. Однако, ориентация на производство серной кислоты при утилизации серы отходящих газов не решает проблему

обезвреживания газовых выбросов предприятий цветной металлургии, т.к. не обеспечивает глубокую переработку слабых газов. В современных условиях проблема усугубляется внедрением рыночных отношений в экономике, что привело, например, к резкому сокращению спроса на серную кислоту и трудностями с ее реализации. Утилизация сернистых газов старыми методами приобретает все более затратный характер. Выход из складывающейся ситуации видится во внедрении новых нетрадиционных технологий очистки отходящих сернистых газов, обеспечивающих получение попутной продукции, имеющей спрос на товарном рынке.

Современный отечественный и зарубежный опыт утилизации сернистых газов цветной металлургии показывает, что рентабельными видами товарной продукции является серная кислота, сульфатные удобрения, концентрированный сернистый ангидрид и элементарная сера, полученные по наименее затратным технологиям.

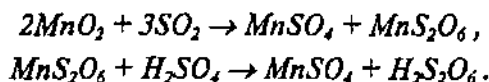
Одним из методов, позволяющих выполнить природоохранные требования и обеспечить рентабельность технологии газоочистки является мокрый способ улавливания сернистого ангидрида суспензией окислов марганца с получением раствора сульфата марганца. Известно, что марганец образует ряд оксидов: MnO , Mn_2O_3 и MnO_2 . Оксид марганца находится в руде в виде карбонатных, сульфатных, хлористых и других соединений и легко выщелачивается разбавленными растворами серной кислоты



Обработка оксида марганца разбавленной серной кислотой приводит к образованию сульфата марганца и диоксида марганца



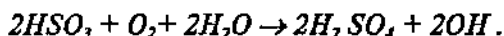
В основу процесса улавливания диоксида серы суспензией марганцевой руды положена реакция между диоксидом марганца и диоксидом серы с образованием марганцевой соли дитионовой кислоты и сульфата марганца. Предполагая, что образование дитионовой кислоты происходит в момент растворения диоксида марганца, предложена следующая схема реакций



Дитионовая кислота является источником образования монотионовой кислоты



Монотионовая кислота может присоединять кислород и начать новую цепь реакций по уравнению



Радикал OH окисляет двухвалентный марганец до трехвалентного



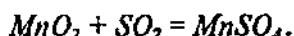
при участии которого осуществляется основная реакция окисления



Суммарная реакция



В присутствии небольших количеств железа цепная реакция затормаживается, а при больших количествах железа окисления SO_2 идет стехиометрически относительно введенного диоксида марганца



Для определения оптимальной схемы утилизации диоксида серы из отходящих газов химико-металлургических производств были решены ряд задач, позволивших определить основные факторы, определяющие эффективность газоочистки и их влияние на аппаратное оформление процесса.

Изучение кинетики абсорбции показало, что:

– при скорости газа 0,5 - 1,0 м/с и температуре пульпы 30 °С коэффициент абсорбции не зависит от концентрации серной кислоты в пульпе в интервале от 3,5 до 24,7 %;

– повышение температуры пульпы приводит к повышению величины коэффициентов абсорбции в интервале от 20 до 50 °С.

Исследование зависимости величины коэффициентов абсорбции диоксида серы подкисленной пульпой диоксида марганца от скорости газа показало, что процесс абсорбции диоксида серы можно приравнять к процессам абсорбции хорошо растворимых газов, т.е. к тем процессам, у которых основное сопротивление массопередачи сосредоточено в газовой фазе. Коэффициенты массотдачи для газовой и жидкой фаз, рассчитанные по методу М.Д. Кузнецова и Е.Р. Кузнецова при скорости газа 0,62 м/с соответственно равны 0,0295 и 0,56. Коэффициенты массотдачи в

газовой фазе более чем в 18 раз меньше коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе и это также указывает на то, что основное сопротивление гетерогенного процесса абсорбции диоксида серы подкисленной серной кислотой пульпой диоксида марганца сосредоточено в газовой фазе. На основании полученных данных о зависимости коэффициентов массопередачи абсорбции диоксида серы пульпой диоксида марганца можно сделать вывод, что эти процессы абсорбции сосредоточены в диффузионной области и в промышленных условиях для очистки газов от диоксида серы пульпой диоксида марганца следует использовать скоростные, барботажные и другие аппараты, в которых одновременно с процессом абсорбции происходит интенсивное перемешивание пульпы.

Изучение механизма взаимодействия диоксида серы с диоксидом марганца в присутствии серной кислоты показало, что степень использования марганца зависит от крупности частиц суспензии. Использование размолотой руды с фракцией 0,05 мм обеспечивает почти полное извлечение марганца из руды.

Очистку газов, содержащих диоксид серы, пульпой диоксида марганца необходимо осуществлять в три стадии. На первой стадии очистку осуществлять подкисленной до 5-8 % H_2SO_4 пульпой перенасыщенной по диоксиду серы, что позволит уловить 5-8 % диоксида серы и выщелачить 99 % марганца. Степень извлечения марганца не должна превышать 85 % на второй стадии, пульпой ненасыщенной по диоксиду серы. На третьей стадии очистку газов осуществлять не подкисленной пульпой марганца. Это позволит использовать карбонаты для достижения максимальной степени абсорбции диоксида серы. В не подкисленной пульпе рН достигается величины 7,5 - 8,2. Важной особенностью способа является использование в нем низкокачественных и некондиционных марганецсодержащих материалов, например, флотоконцентратов, содержащих марганец на уровне 30 %, первичных руд и даже хвостов обогащения. Технологическая схема очистки сернистых газов включает операции: абсорбцию сернистого ангидрида суспензией оксидов марганца с получением раствора сульфата марганца, гидролитическую очистку раствора от железа, цветных металлов, мышьяка и других примесей; извлечение марганца из раствора.

Задачи максимальной очистки газа и полного извлечения марганца из оксида находятся в некотором противоречии, так, что увеличение степени улавливания сернистого ангидрида из газа приводит к уменьшению извлечения марганца из твердой фазы. Для достижения максимальной эффективности процесс абсорбции разделяют на три стадии: на первую и вторую по ходу газа подают подкисленную пульпу марганцевого концентрата, на третью водную суспензию концентрата. На первой стадии пульпа максимально насыщена сернистым ангидридом. Здесь происходит улавливание 20-30 % сернистого ангидрида и доизвлечение марганца из концентрата. На второй стадии происходит поглощение основной массы сернистого ангидрида и активное растворение марганца. На третьей стадии улавливание сернистого ангидрида производится нейтральной суспензией исходного концентрата в воде, в результате чего происходит глубокое его доизвлечение. В качестве основного аппарата абсорбции рекомендуется промыватель циклонного типа.

Раствор сульфата марганца, загрязненный примесями железа, цветных металлов, мышьяка направляется на двухстадийную гидродитическую очистку и фильтрацию. В качестве нейтрализатора могут быть использованы известь или природные известняки. Твердая фаза, состоящая в основном из гипса и гидроксидов железа, направляется на захоронение, фильтрат на получение марганцевой продукции. Использование в технологии газоочистки окисленных соединений марганца позволяет наилучшим образом решать задачу экологической безопасности окружающей среды от мышьякосодержащих выбросов.

Промывные растворы систем мокрой очистки газов обжига, плавки сульфитных концентратов и конвертирования штейна являются основным каналом вывода мышьяка из технологического цикла в производстве меди и олова. Проблема обезвреживания и вывода содержащегося в растворах мышьяка имеет два главных аспекта:

- получение сбросных или оборотных растворов с наименьшей остаточной концентрацией мышьяка;
- вывод мышьяка из технологического цикла должен осуществляться в форме отходов, относящихся по токсичности к наименее опасной категории.

Мышьяк, находящийся в растворах мокрой очистки газов (например, промывной кислоте сернокислотных установок), попадая на установку утилизации взаимодействует с марганцевым концентратом и окисляется до пятивалентного состояния. При нейтрализации пульпы известняком до кислотности рН равно 4,0 - 4,5 мышьяк будет осажаться в виде арсената железа. Учитывая, что концентрация железа значительно превышает концентрацию мышьяка, дополнительная очистка раствора будет происходить за счет сорбции арсената железа гидроксидом железа. Старение осадка сопровождается закреплением мышьяка в твердой фазе. Ожидаемая степень очистки растворов мышьяка при нейтрализации в данных условиях до 0,05 мг/л, содержание мышьяка в сбросном кеке может составлять до 1,1 % [4]. Таким образом, согласно разработанной технологии газоочистки мышьяк будет выводиться из процесса с кеком, содержащим 1,1 % As. Согласно нормам концентрации мышьяка в твердых отходах производства, находящегося в виде арсената железа, не должна превышать 1,55 %, т.е. способ вывода мышьяка из технологического цикла в виде твердых соединений соответствует санитарным требованиям и не требует их специального захоронения.

Использование оксидов марганца в газоочистке позволяет:

- выводить мышьяк из производственного цикла в наиболее безопасной форме, что снижает издержки по его захоронению;
- выводить промывную кислоту из технологического цикла производства серной кислоты из обжиговых газов, что повышает ее качество и облегчает сбыт;
- привлечь в переработку мышьяксодержащие продукты, например, мышьяковые золотосодержащие концентраты.

На одну тонну улавливаемого сернистого ангидрида расходуется 4 т марганцевого концентрата (30 % марганца), 1,8 т серной кислоты и 1 т известняка (~ 50 % CaO).

Основной товарный марганцевый продукт, потребляемый промышленностью - концентрат окислов. Главные требования, предъявляемые к химическому составу концентратов, сводятся к максимальному содержанию в нем марганца и минимальному - кремнезема и фосфора [3].

Способ переработки слабых сернистых газов с использованием окисленных марганцевых соединений может обеспечить рентабельность производства по газоочистке. Технико-экономические расчеты применения такого способа в опытно-промышленном варианте предусматривают получение в одном из вариантов высокосортный марганцевый концентрат (ВМК) по технологии, включающей: абсорбцию сернистого ангидрида суспензией марганцевого концентрата, гидролитическую очистку раствора сульфата марганца от примесей, осаждение аммиаком гидроксида марганца с последующей продувкой воздухом, фильтрацию, сушку и прокалку осадка. Производство 15000 т/год ВМК потребует, т/год: 31000 марганцевого концентрата (23 % марганца), 22500 серной кислоты, 5560 аммиака, 220 извести. Попутно получается 34000 т сульфата аммония. Общая стоимость реализации составляет 241570 долл., из которых на строительномонтажные работы требуется 7040 долл., приобретение оборудования 35220 долл. и оборотных средств в количестве 229100 долл. Срок окупаемости проекта определен в 9 месяцев, расчетная прибыль составляет 2075000 долл.

Наиболее прогрессивная на сегодняшний день аммиачная система очистки отходящих газов работает на Химическом заводе АООТ Целинный горно-химический комбинат (ЦГХК), где она используется для санитарной очистки выхлопных газов серноокислотного производства.

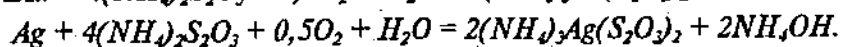
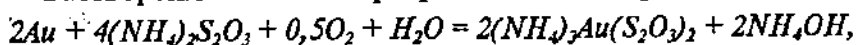
Технологическая схема включает операции абсорбции сернистого ангидрида раствором сульфит-бисульфита аммония, разложение бисульфита серной кислотой, отдувка остаточного сернистого ангидрида из раствора сульфата аммония, утилизация сульфата аммония в технологической схеме производства фосфорных удобрений. Аппаратурная схема установки включает высокоскоростной абсорбер, аппарат разложения, отдувочную башню. Очищенные газы перед выбросом в атмосферу проходят очистку в рукавном фильтре.

Абсорбционный аппарат представляет собой две газовые камеры, соединенные горизонтальной трубчаткой из стеклянных трубок. Камеры оборудованы системой разбрызгивания раствора. Газ поступает сверху во входную камеру, подхватывает распыленный

раствор, проходит трубчатую систему, выходную камеру, брызгоуловитель и подается на рукавный фильтр. Особенностью аппарата является высокая относительная скорость газа относительно пленки раствора на стенках трубок и малое время контактирования раствора и газа. За счет этого достигается высокая скорость массообмена и практически исключается окисление сульфита в абсорбере. Производительность установки газоочистки, включающей 2 аппарата АСГБ-75 (абсорбер скоростной горизонтальный бисульфитный) 200000 м³/ч. При содержании сернистого ангидрида в очищаемом газе 0,35 % по объему остаточное на выходе в атмосферу 0,02 % по объему, количество диоксида серы, улавливаемое системой 2,23 т/ч (3,41 т/ч в пересчете на серную кислоту). Расход серной кислоты на стадию сернокислотного разложения 2,04 т/ч, аммиачной воды (25 % масс. NH₃) - 3,46 т/ч.

Организация производства сульфит-бисульфит аммония при утилизации сернистых газов в промышленных масштабах может стимулировать потребность в нем разных отраслей промышленности в том числе развитие новых областей использования. Наиболее перспективной областью использования сульфит-бисульфит аммония может стать золотодобывающая промышленность. В настоящее время основным методом гидрометаллургического и геотехнологического извлечения благородных металлов, содержащихся в природных объектах, является цианирование. Однако, цианидная технология обладает рядом существенных недостатков: высокая токсичность растворов и стоимость реагентов, необходимость обезвреживания сбросных растворов и т.д. В то же время достаточно известным является способ выщелачивания золота и серебра растворами тиосульфата аммония (натрия) в присутствии ионов меди сульфит-ионов. Данный способ применим для переработки медных, сурьмяных, марганцевых и углистых руд, а также сульфидных концентратов, которые непригодны для выщелачивания цианистыми растворами. Тиосульфатное выщелачивание благородных металлов применимо для переработки самого разного сырья.

Растворение золота и серебра описывается реакциями



Кроме того, сульфит аммония сам является растворителем золота и его добавка значительно повышает извлечение золота тиосульфатными растворами. Опытными промышленными работами проведенными АОЗТ "Технопарк-Степногорск" доказана возможность выщелачивания золота из сульфидных углестомышьяковистых золотосодержащих концентратов месторождения "Бакырчик" аммиачно-тиосульфатными растворами. Состав концентрата включает, %: *As* 7,09; *Fe* 15,42; *S* 11,8; *C* 6,72; *Au* 61,1 (г/т). Выщелачивание производилось реагентом, полученным на основе сульфит-биосульфитного раствора образующегося при санитарной очистке отходящих газов сернокислотного производства ГХК ЦГХК. Состав реагента: тиосульфат аммония – 10 г/л, сульфит аммония – 60 г/л, сульфат меди – 1 г/л, кислотность рН равно 9,0. Выщелачивание золота осуществлялось при температуре 40-60 °С в течение 3-х часов. Степень извлечения золота в раствор 97 %.

Таким образом, мировая практика и проведенные нами исследования по использованию аммонийно-тиосульфатных растворов для извлечения благородных металлов показывает универсальность данного реагента для различного вида сырья, в том числе для такого, которое непригодно для извлечения традиционным способом цианирования.

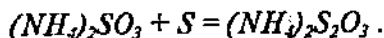
Выщелачивающий раствор, включающий тиосульфат и сульфит аммония и ион меди, является универсальным и пригоден для выщелачивания золота и серебра из природных объектов как в связанной, так и в самородной форме. Учитывая, что извлечение благородных металлов достаточно высоко при низких температурах выщелачивания, можно уверенно предположить, что данный реагент будет пригоден для выщелачивания благородных металлов кучным и подземным способом.

Промышленное применение аммонийно-тиосульфатного выщелачивания в настоящее время осложнено, прежде всего, отсутствием производства в промышленном масштабе таких компонентов выщелачивающего раствора как тиосульфат аммония и сульфит аммония. В то же время, в процессе санитарной очистки выхлопного газа сернокислотного производства (контактный способ) с использованием раствора аммиака возможно получение сульфит-

бисульфитного раствора с равным соотношением между сульфитом и бисульфитом.

В АОЗТ "Технопарк-Степногорск" провел опытно-промышленные работы в условиях Химического завода ЦГХК на установке по очистке хвостовых газов, работающей в режиме получения сульфит-бисульфита. В процессе производства было наработано 20 т раствора содержащего: $(NH_4)_2SO_3$ - 310 г/л; NH_4HSO_3 - 320 г/л; $(NH_4)_2SO_4$ - 60 г/л.

Сульфит-бисульфитный раствор аммония (СБА) такого состава может быть использован в качестве сырья для получения тиосульфата аммония, для чего наиболее целесообразно использовать элементарную серу



К достоинствам сульфитного способа следует отнести возможность использования дешевого местного сырья - газовой комовой серы - отходов нефтепереработки, ее сравнительно невысокую экологическую опасность, простоту аппаратного оформления процесса.

В настоящее время АОЗТ "Технопарк-Степногорск" осуществляет комплекс работ по определению возможности производства растворов на основе тиосульфата аммония и для использования его для переработки золотосодержащего сырья.

В качестве исходного использовали реальный СБА раствор СКЗ ГХК ЦГХК состав (г/л): $(NH_4)_2SO_3$ - 179,8; NH_4HSO_3 - 331,7; $(NH_4)_2SO_4$ - 52,8; с плотностью $\rho = 1,26$ г/см³; кислотность среды рН равно 6,4 - 6,6. Сера использовалась при проведении исследований комовая с крупностью куска 10 - 15 мм, корректировку кислотность исходной пульпы проводили 25 %-ным раствором NH_4OH до кислотности рН равно 8 - 9. Реальная температура раствора в процессе улавливания SO_2 на СКЗ не превышает 40 °С, поэтому проведены специальные исследования по определению принципиальной возможности и собственно процесса получения $(NH_4)_2S_2O_3$ в низкотемпературной (20 - 40 °С) области. В этих условиях реакция протекает практически полностью с расходом более 97 % сульфита и около 95 % стехиометрической серы.

Как показывают полученные в результате исследований данные, на основе сульфит-бисульфитного раствора могут быть

получены растворы, пригодные для переработки золотосодержащих концентратов, бедных и забалансовых руд при кучном и подземном выщелачивании. Предложенные выше методы очистки отходящих газов от сернистого ангидрида, обеспечивающие получение высококачественной продукции и рентабельность процессов газоочистки могут быть использованы на горно-металлургических предприятиях Казахстана и стран СНГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добросельская Н. П., Гудима Н. В., Васильев Б. Т. Утилизация сернистых газов заводов цветной металлургии. - М., Металлургия, 1976. - 250 с.
2. Добросельская Н. М., Резницкий И. Г. Использование сернистых газов на медсплавильных заводах за рубежом для производства товарных видов продукции. - М.: Цветинформация, 1974. - 56 с.
3. Гасик М. И. Выплавка стандартных по фосфору высокоуглеродистого и силикомарганца с использованием гидрометаллургического марганцевого концентрата. Сталь, 1986. - № 9. - С. 31-36.
4. Шиврин Г. Н., Антипов Н. И. Зависимость растворимости арсената (V) железа (III) от pH // Цветная металлургия (Известия вузов). - 1992. - № 3 - 4. - С. 38 - 42.

Казахский национальный технический университет

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ ҮШІН КҮКІРТТІ ГАЗ ЖӘНЕ ТҮРЛІ ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ЖАҢА БАҒЫТТАРЫ

Техн. ғ. канд.

Техн. ғ. канд.

Т.К. Ахмеджанов

А.П. Яковлев

А.Б. Бегалинов

С.В. Лобко

Ч.М. Медеуов

Г.М. Юсупова

Мақалада ішкі және сыртқы нарықтың сұранысы мол жоғары сапалы қосымша өнімдерді алумен бірге тау-көй-металлургия өнеркәсібінде күкіртті газдарды қайта өндеу арқылы экологиялық жағдайды жақсарту жолдары баяндалған. Сонымен қатар сирек және асыл металдарды экология жағынан қауіпсіз сульфит-бисульфитті шығын күкіртті газдарды қайта өндеуде алынатын ерітінділерге зиянды цианистік қосындыларды ауыстыру мүмкіндіктері ашылады.

УДК 622.822:622.271

**ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРНО-ГАЗОВОГО РЕЖИМА
В ОБЪЕМАХ ОКИСЛЯЮЩИХСЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
ПРИ ИХ СКЛАДИРОВАНИИ**

Ш.К. Альмухамбетова

Приведены результаты аналитического обоснования динамики температурно-газового режима в окисляющихся объемах полезного ископаемого. Показана их новизна и возможность использования для разработки конкретных мероприятий по улучшению экологической ситуации в горнодобывающих регионах путем профилактики загрязнения окружающей среды продуктами окисления и ухудшения качества минерального сырья от процессов окисления.

При складировании окисляющихся полезных ископаемых изменяется их температурно-газовое состояние в результате течения окислительных процессов. Это приводит к ухудшению качества полезного ископаемого и загрязнению окружающей среды продуктами окисления, что отрицательно сказывается на экологии горно-добывающих регионов Республики Казахстан. Для разработки комплекса мероприятий по профилактике окислительных процессов на складах требуется изучение динамики их температурно-газового состояния. При этом изменение температурно-газового состояния в окисляющихся объемах склада полезного ископаемого можно описать системой дифференциальных уравнений вида для температуры в объеме

$$C_p \gamma \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \nabla^2 T + f_1(T, C_n), \quad (1)$$

для газового режима

$$\frac{\partial C_n}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 C_n}{\partial y^2} + b \frac{\partial C_n}{\partial y} + d C_n.$$

Для реализации системы (1) прежде всего необходимо решить второе уравнение, описывающее изменение концентрации кислорода по высоте склада руды. В этом уравнении $a = D_n / \Pi_n$, $b = \mathcal{G}_\phi / \Pi_n$, $d = U_s \cdot S / \Pi_n$, где D_n - коэффициент диффузии кислорода в пористой среде навала руды, м²/с; \mathcal{G}_ϕ - скорость фильтрации воздуха в порах навала руды, м/с²; U_s - скорость сорбции кислорода рудой, м³/м²·с; S - площадь окисления руды в объеме, м²/м³.

Для решения второго уравнения системы (1) зададимся следующими начальными и граничными условиями:

$$C_n(\tau, y)_{\tau=0} = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{\beta y}, \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} C_n(\tau, y)_{y=0} &= C_0, \\ C_n(\tau, y)_{y=h} &= 0, \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_n(0, 0) = C_0 \quad (3)$$

$$0 \leq y \leq h,$$

$$0 \leq \tau < +\infty.$$

Из (2) следует, что уже должно быть $\beta < 0$, а C_0 - подберем по результатам эксперимента.

Произведем замену

$$C_n(\tau, y) = \theta(\tau, y) \cdot e^{\beta y} \quad (*)$$

при $\beta = -\frac{b}{2a}$, и получим

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \alpha \cdot \theta, \quad (4)$$

С начальными и граничными условиями

$$\theta(\tau, y)_{\tau=0} = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right), \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \theta(\tau, y)_{y=0} &= C_0, \\ \theta(\tau, y)_{y=h} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где $\alpha = d - \frac{b^2}{4a} > 0$.

Сделаем еще одну замену, т.е. $\theta(\tau, y) = \varphi(\tau, y) \cdot e^{\alpha\tau}$ (**)

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \tau} e^{\alpha\tau} + \alpha \cdot \varphi \cdot e^{\alpha\tau} = a \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} e^{\alpha\tau} + \alpha \cdot \varphi \cdot e^{\alpha\tau}$$

и сократим на $e^{\alpha\tau} \neq 0$. Тогда

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}, \quad (7)$$

$$\varphi(\tau, y)_{\tau=0} = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right) \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \varphi(\tau, y)_{y=0} &= C_0 \cdot e^{-\alpha\tau}, \\ \varphi(\tau, y)_{y=h} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Формальное решение задачи (7)-(9) представим в виде [3]

$$\theta(\tau, y) = \omega(\tau, y) + \nu(\tau, t),$$

где $\omega(\tau, y) = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{-\alpha\tau}$,

$$\omega(\tau, y)_{\tau=0} = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right), \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \omega(\tau, y)_{y=0} &= C_0 \cdot e^{-\alpha\tau}, \\ \omega(\tau, y)_{y=h} &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Тогда для $\nu = \nu(\tau, y)$ получим

$$\frac{\partial \nu}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \nu}{\partial y^2} + f(\tau, y), \quad (11)$$

$$v(\tau, y)_{\tau=0} = 0,$$

$$v(\tau, y)_{y=0} = 0,$$

$$v(\tau, y)_{y=h} = 0.$$

где

$$f(\tau, y) = aw''_{yy} - w'_\tau = -(-a) \cdot C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{-a\tau} = C_0 \cdot a \cdot \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{-a\tau}.$$

Тогда

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + C_0 \cdot \alpha \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{-a\tau},$$

$$v(\tau, y) = \sum_{k=1}^{\infty} v_k(\tau, y) = \sum_{k=1}^{\infty} X_k(y) \cdot T_k(\tau),$$

где $X_k(y) = \sin \lambda_k y = \sin \frac{k\pi}{h} y, \quad \lambda_k = \frac{k\pi}{h}.$

$T_k(\tau)$ есть решение задачи Коши

$$T_k' + a\lambda_k^2 T_k = f_k(\tau),$$

$$T_k(0) = 0.$$

$$f_k(\tau) = \frac{2}{h} \int_0^h f(\tau, y) \cdot \sin \frac{k\pi}{h} y dy,$$

$$T_k(\tau) = \frac{2C_0\alpha}{\pi k(a\lambda_k^2 - \alpha)} \cdot \left[e^{-a\tau} - e^{-a\lambda_k^2 \tau} \right],$$

$$v(\tau, y) = \frac{2C_0\alpha}{\pi} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k(a\lambda_k^2 - \alpha)} \cdot \left[e^{-a\tau} - e^{-a\lambda_k^2 \tau} \right] \cdot \sin \frac{k\pi}{h} y,$$

$$C_n(\tau, y) = \Theta \cdot e^{\beta y} = \varphi(\tau, y) \cdot e^{a\tau} \cdot e^{\beta \tau} = [w(\tau, y) + v(\tau, y)] \cdot e^{a\tau} \cdot e^{\beta \tau},$$

$$C_n(\tau, y) = C_0 \left(1 - \frac{y}{h}\right) \cdot e^{\beta y} + \frac{2C_0\alpha}{\pi} \cdot e^{\beta y} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k(a\lambda_k^2 - \alpha)} \cdot \left[1 - e^{-(1-a\lambda_k^2)\tau} \right] \cdot \sin \frac{k\pi}{h} y. \quad (12)$$

Полученное выражение (12) подставляем в решение первого уравнения системы (1), которое имеет вид

$$T = T_0 + 2\sigma \sum_{n=1}^{\infty} A \frac{\left[1 - \exp\left(-\left[a\left(\frac{\mu_n}{h_c}\right)^2 + f\mu - g\right] \cdot \tau\right) \right]}{a\left(\frac{\mu_n}{h_c}\right)^2 - f\mu + g} \quad (13)$$

$$\frac{\exp(-\chi\tau) - \exp\left(-\left[a\left(\frac{\mu_n}{h_c}\right)^2 + f\mu - g\right] \cdot \tau\right)}{a\left(\frac{\mu_n}{h_c}\right)^2 - (\chi + f\mu - g)} \times \left\{ \cos \frac{\mu_n}{h_c} x - \frac{B_i}{\mu_n} \cdot \sin \frac{\mu_n}{h_c} x \right\}$$

при
$$A = \frac{\mu_n \sin \mu_n + B_i (1 - \cos \mu_n)}{\mu_n^2 + B_i (B_i + 2)},$$

$$B_i = \frac{gh_c}{\lambda} - \text{критерий Био},$$

$$\sigma = fS, \quad f = \frac{C_0 q U_0}{C_p \gamma},$$

$$g = \frac{\alpha_v}{C_p \gamma (1-n)}, \quad \chi = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_n}{S}, \quad \lambda = a C_p \gamma, \quad \mu = \frac{SE}{U_0};$$

где T_0 - температура воздуха в поровом пространстве окисляющегося объема, °К; C_p - теплоемкость, Дж/(кг·К); λ - теплопроводность Вт/(м·К); a - коэффициент температуропроводности, м²/с; α_v - теплоотдача в объеме, Вт(м³·К); U_0 - скорость сорбции кислорода рудой при температуре T_0 , м³(кг·с); C_0 - концентрация кислорода в окисляющемся объеме, доли единицы; γ - плотность объема горной массы, кг/м³; P - пористость горной массы, м³/м³; q - удельная

теплота окисления, Дж/м³; τ - время окисления, с; $\mu_n \rightarrow (2n - 1)\frac{\pi}{2}$;

C_n - концентрация окисленных форм в окисляющемся объеме, мг/м³;

E - температурный коэффициент скорости сорбции, м³/кг.

Аналитические выражения (12) и (13) в отличие от ранее известных [1, 2] позволяют прогнозировать различные стадии эндогенного пожара на складах руды, начиная от самонагревания и возгорания объема и кончая затуханием пожара. Это позволяет своевременно применять профилактические мероприятия по улучшению экологической ситуации в горнодобывающих регионах, а именно предотвращение и тушение эндогенных пожаров на складах шахт, рудников, карьеров и обогатительных фабриках, и разработать комплекс способов и средств профилактики ухудшения качества полезных ископаемых от окисления и загрязнения окружающей среды выделяющимися ядовитыми газами.

Профилактические мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды газовыделением и снижения качества руды от окисления можно разделить на следующие виды:

- организационно-технологические;
- специальные;
- комбинированные.

К организационно - технологическим мероприятиям относятся: уменьшение времени нахождения руды под окислением на складах; отсыпка складов с определенными параметрами (высота, ширина, длина); усреднение руды по химико-физическим и технологическим показателям. К специальным мероприятиям относятся: уменьшение скорости сорбции кислорода рудой с помощью различных веществ (антипирогены, инертные газы); уменьшение температуры руды (охлаждение с помощью различных веществ и регулирование процессом теплоотдачи). Комбинированные мероприятия включают как организационно-технологические, так и специальные, например, отсыпка слоями заданной высоты с обработкой каждого слоя антипирогеном.

Анализ решения (13) показывает, что при значении выражения

$$a \left(\frac{\mu_n}{h_c} \right)^2 + f\mu - g = 0 \quad (14)$$

самонагревание не произойдет, так как сумма в (13) будет меньше нуля. Поэтому из формулы (14) можно определить, при каких значениях различных входящих в это выражение физических или физико-химических параметров будет выполняться это условие. Так, например, можно определить при какой высоте рудного склада или при каком значении скорости сорбции кислорода рудой не будет происходить самонагревание и газовыделение на складе руды. Таким образом, приведенные выше аналитические исследования температурно-газового режима в окисляющихся объемах полезных ископаемых при их складировании могут быть использованы для разработки новых способов улучшения экологии горнодобывающих регионов, т.е. профилактики загрязнения окружающей среды и рационального использования окисляющихся руд и углей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов Т.К., Жанбатыров А.А. Аналитическое обоснование процесса самонагревания руды в карьере // Охрана окружающей среды при разработке твердых полезных ископаемых. – Алма-Ата: МНО Каз ССР, 1989. – С. 16-25.
2. Глузберг Е.И. Теоретические основы прогноза и профилактики эндогенных пожаров. – М.: Недра, 1986. – 160 с.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнение математической физики. – М.: Физматгиз, 1966. – 724 с.

Казахский национальный технический университет

ЖИНАҚТАУ КЕЗІНДЕ ТОТЫҒАТЫН ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР КӨЛЕМІНДЕ ЖИНАҚТАУҒА БАЙЛАНЫСТЫ ТЕМПЕРАТУРА-ГАЗ РЕЖИМІНІҢ ДИНАМИКАСЫ

Ш.К. Альмухамбетова

Мақалада пайдалы қазбалардың тотықсыздану мәселесіне қатысты температура-газдың режим динамикасын аналитикалық негіздеудің нәтижелері баяндалған. Олардың қоршаған ортаны тотық өнімдерінен ластанудан және тотығу процестерінен минералды шикізаттардың сапасының төмендеуінен қорғауда тау-кен өндіру аймақтарының экологиялық жағдайларын жақсарту үшін нақты шаралар жасауға пайдаланудағы жаңалықтары мен мүмкіндіктері көрсетілген.

УДК 504.054:622(574)

**ОБОСНОВАНИЕ УТЕЧЕК РАСТВОРОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
И КРИТЕРИЕВ ИХ ОЦЕНКИ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ РУД
В ОТВАЛАХ И КУЧАХ**

И.М. Байрамов

Приведено обоснование утечек растворов в окружающую среду и критериев их оценки при выщелачивании руд в отвалах и кучах. Доказано, что удельный расход выщелачивающего раствора в процессе выщелачивания изменяется, и при оценке степени загрязнения окружающей среды этот фактор следует учитывать. Предложенные критерии оценки могут быть использованы при выборе способов и снижения утечек растворов в окружающую среду.

В процессе эксплуатации месторождений полезных ископаемых в силу экономических, гидрогеологических, технологических и природных условий возникает возможность выщелачивания полезных компонентов из руд в отвалах и кучах на неподготовленном и подготовленном основании. При этом необходимо дать прогнозную оценку степени загрязнения окружающей среды неулавливаемыми растворами через неподготовленные и нарушенные основания, то есть утечками растворов.

Для этого примем, что при подаче на отвал (кучу) некоторого количества выщелачивающего раствора (Q_n), часть его (Q_0), смачивая отвал и грунт, вытескает в прудки-уловители. Так как отвал (куча) и грунт являются пористой средой, то в них остается некоторое количество выщелачивающего раствора. Причем, чем полнее орошается объем отвала (кучи), тем больше остается в нем раствора. Количество выщелачивающего раствора, остающегося в отвале, зависит от его удельного расхода. Примем, что $q_{от}$ - удельный расход

для орошения отвала, а q_2 - для орошенной части грунта в основании. Тогда количество жидкости в отвале (куче) и грунте соответственно будет равно

$$Q_{om} = q_{om} V_{\phi} \text{ и } Q_2 = q_2 V_2,$$

где V_{ϕ} , V_2 - фактически орошенный объем отвала (кучи) и грунта в основании, m^3 .

Согласно балансу подаваемого и улавливаемого в прудках, отвалах (кучах) и грунтах раствора, должно выполняться следующее равенство:

$$Q_n = Q_0 + q_{om} V_{\phi} + q_2 V_2, \quad (1)$$

где Q_n - количество раствора, подаваемого на кучу или отвал, m^3 ; Q_0 - объем выщелачивающего раствора, вытекающего из отвала в прудки-уловители, m^3 ; q_2 - удельный расход раствора для грунта в основании отвала (кучи), m^3/m^3 ; V_2 - объем грунта, обработанный раствором, m^3 ; V_{ϕ} - фактически обработанный раствором объем отвала (кучи) руды, m^3 ; q_{om} - удельный расход раствора для обработки руды в отвале (куче), m^3/m^3 .

В ранее проведенных исследованиях при определении удельного расхода выщелачивающих растворов не учитывался фактор взаимодействия окисляющихся минералов и окислителей в растворе. Это приводит к неточному определению удельного расхода выщелачивающих растворов и расхода химических реагентов и, как следствие, неправильной оценке степени загрязнения ими окружающей среды. Нами разработан новый способ определения удельного расхода выщелачивающего раствора, учитывающий фактор взаимодействия его с окисляющимися минералами полезного компонента. При этом объем руды в выщелачиваемом отвале (куче) представляется как несвязная пористая среда с неоднородной пористостью. В соответствии с изложенным выше, удельный расход жидкости, с учетом естественной влажности, предлагается определять по формуле

$$q_{om} = 0,01 \frac{\rho_{ж}}{\rho_2} \Pi [\varphi_0 - (W_M + W_e + 2\varphi + \varphi_1 \pm \varphi_2)], \quad (2)$$

где $\rho_{\text{ж}}$ - плотность выщелачивающего раствора, кг/м³; ρ_r - плотность объема горной массы, кг/м³; φ_0 - относительная влажность руды, %; Π - пористость горной массы, м³/м³; φ - содержание частиц фракций 0-1 мм, %; φ_1 - весовое содержание химического реагента в водном растворе, %; φ_2 - весовое содержание окисляющихся (растворяющихся) минералов в горной массе, %; W_M - максимальная молекулярная влагоемкость частиц той же фракции, %; W_e - естественная влажность горной массы, %.

Анализ выражения (2) показывает, что удельный расход $q_{\text{от}}$ не однозначно зависит от параметров φ_1 и φ_2 . Так, если величина φ_2 будет со знаком плюс, то удельный расход будет меньше и наоборот. Однако при растворении полезных компонентов в выщелачивающем растворе величину φ_2 следует принимать со знаком минус. Причем эта величина является функцией скорости растворения минералов в выщелачивающем растворе, и она определяет интенсивность изменения пористости навала руды. Следует полагать, что при $\varphi_1 = \text{const}$ со временем будет увеличиваться пористость Π , а следовательно, и удельный расход выщелачивающего раствора. В случае $\varphi_1 - \varphi_2 > 0$ пористость будет уменьшаться, а следовательно, и удельный расход тоже.

Для доказательства этого общую поверхность кусков руды в навале представим как

$$S_0 = \frac{3V_H(1-\Pi)}{R_i}, \quad (3)$$

где ΔV_H - объем пор в навале руды, м³; R_i - средний радиус куска руды, м.

Из (3) определим, что

$$\Pi = 1 - \frac{S_0 R_i}{3V_H}. \quad (4)$$

При выщелачивании руды средний радиус R_i будет со временем изменяться в зависимости от физико-химических свойств

минералов и раствора. Изменение R_i , м, можно определить при хемосорбционном процессе по формуле

$$R_i = R_0 - \frac{bK_T C_K \tau}{\rho_T}, \quad (5)$$

где R_0 - первоначальный радиус куска руды, м; b - количество молей выщелачивающего реагента, реагирующего с 1 молем минерала; K_T - константа скорости химической реакции взаимодействия минерала и раствора, отнесенная к единице поверхности, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; C_K - концентрация выщелачивающего вещества в растворе, доли ед.; ρ_T - плотность растворяющихся минералов, $\text{кг}/\text{м}^3$; τ - время действия выщелачивающего раствора, с.

Подставляя (5) в (4), определим, что

$$\Pi = 1 - \frac{S_0}{3V_H} \left(R_0 - \frac{bK_T C_K \tau}{\rho_T} \right). \quad (6)$$

Как видно из (6), с увеличением времени возрастает пористость навала, что подтверждает сделанный выше вывод. При растворении минерала часть его может выпадать в осадок. В случае, если растворяемая часть минерала будет больше той, которая выпадает в осадок, то перед значением φ_2 в (2) ставится знак минус.

Таким образом, изложенный анализ позволяет сделать вывод о том, что удельный расход выщелачивающих растворов не является постоянной величиной и его следует корректировать во времени. Он может как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от физико-химических процессов взаимодействия руды и растворов. Это необходимо учитывать при оценке степени загрязнения окружающей среды выщелачивающими растворами. С точки зрения повышения эффективности выщелачивания полезных компонентов необходимо подбирать такой растворяющий реагент, при котором величина $\varphi_1 = 0$, а растворяемая часть $\varphi_2 \rightarrow \max$.

Для оценки утечек выщелачивающего раствора через неподготовленное основание в окружающую среду и эффективности обработки руды возвратимся к равенству (1) и представим его в виде

$$V_\phi = \frac{Q_H - Q_0 - q_z V_z}{q_{от}}. \quad (7)$$

Для расчетов по формуле (7) следует располагать такими данными, как: объем руды, подлежащий выщелачиванию, $V_{из}; Q_n; Q_0; q_2; V_z$, а также рассчитанным по выражению (2) значением $q_{от}$.

Величина $V_{из}$ определяется как объем отвала (кучи) за исключением объема откосной его части, т.е.

$$V_{из} = V_{от} - V_{отк}, \quad (8)$$

где $V_{от}$, $V_{отк}$ - объем соответственно отвала (кучи) и откосной его части, m^3 . Значение Q_n рассчитывается, исходя из производительности насосов, т.е.

$$Q_n = \eta \cdot P_n \cdot \tau_0, \quad (9)$$

где η - КПД насосов; P_n - производительность насосов, m^3/c ; τ_0 - время орошения отвала (кучи), с.

Величина Q_0 определяется по уровню раствора в прудках - уловителях. Значение q_2 по формуле, аналогичной (2) для грунта, а V_z по выражению

$$V_z = S_{осн} \cdot h_n, \quad (10)$$

где $S_{осн}$ - площадь, на которую попадет раствор в основании отвала (кучи), m^2 ; h_n - мощность грунта под основанием отвала (кучи), м.

При определении величины V_z для случая неподготовленного основания величина $S_{осн}$ будет равна площади основания отвала (кучи). В случаях нарушения подготовленного основания величина $S_{осн}$ будет пропорциональна площади разрушенной части.

Рассчитанный по формуле (7) фактически обработанный раствором объем отвала (кучи) руды V_ϕ может быть равен значению $V_{из}$. Это означает, что объем отвала (кучи) руды полностью орошается и режим фильтрации жидкости носит стационарный характер.

Если $V_\phi < V_{из}$, то, значит, обеспечивается орошение только части отвала (кучи) и режим фильтрации раствора может быть как

стационарным, так и не стационарным в определенные моменты времени. При соблюдении условия $V_{\phi} > V_{из}$ будут происходить большие утечки раствора и режим фильтрации носит нестационарный характер. Из изложенного вытекает, что для обеспечения качественной обработки руды в отвале (куче) и уменьшения утечек растворов следует обеспечить такой способ орошения, при котором будет соблюдаться стационарный режим фильтрации жидкости.

Таким образом, при определении объема утечек растворов в окружающую среду через неподготовленные или разрушенные основания можно воспользоваться выражением

$$V_{ум} = Q_n - Q_0 - q_{ом} V_{\phi} - q_z \cdot S_{осн} \cdot h_n. \quad (11)$$

На подготовленных основаниях $V_{ум} = 0$ и $S_{осн} = 0$, поэтому должно соблюдаться условие

$$Q_n = Q_0 + q_{ом} V_{\phi}. \quad (12)$$

Если условие (12) не соблюдается, то это означает, что либо подготовленное основание имеет нарушение, или раствор загрязняет окружающую среду через прудки-уловители. Для определения причины утечки достаточно остановить орошение отвала (кучи) и зафиксировать уровень раствора в прудках-уловителях. При постоянстве уровня раствора в прудках-уловителях в течение 2-3 суток следует считать, что нарушена изоляция подготовленного основания. Для установления места разрушения подготовленного основания, на котором отсыпана руда, требуются специальные исследования. Однако для оценки степени загрязнения окружающей среды в случаях разрушения основания достаточно определить объем утечек раствора, который можно принять равным

$$V_{ум} = Q_n - Q_0 - q_{ом} V_{ом}. \quad (13)$$

Как видим, полученные расчетные формулы (11) и (13) могут быть использованы при разработке критериев и методики оценки степени загрязнения окружающей среды выщелачивающими растворами при отвальном и кучном выщелачивании руд на неподготовленных и разрушенных основаниях.

При оценке загрязнения окружающей среды обычно применяют такие стандартные показатели и критерии, как, например,

предельно-допустимые концентрации вредностей и нормы предельно-допустимых выбросов (сбросов), интенсивность и время выделения вредностей и другие. Указанные показатели и критерии применяются при составлении экологических паспортов предприятий и их объектов, а также при оценке эффективности способов и средств защиты окружающей среды. Утечки выщелачивающих растворов являются одним из видов сбросов вредностей, которые логически так же должны быть нормированными. Однако при оценке способов и средств защиты от загрязнения окружающей среды растворами следует учитывать и тот факт, что с утечками растворов происходят и убытки от потерь выщелачиваемых полезных компонентов. Учитывая это, для оценки изменения экологической ситуации при применении тех или иных способов и средств защиты окружающей среды предлагается комплексный эколого-экономический критерий

$$\chi = Y_{он} / Y_0, \quad (14)$$

где $Y_{он}, Y_0$ - ущерб от утечек растворов в окружающую среду до и после применения тех или иных способов и средств профилактики утечек, тг/год. Величину Y_0 , тг/год, предлагается определять как

$$Y_0 = Y_n + Y_{сд} + Y_{сз} + Y_{нк}, \quad (15)$$

где $Y_n, Y_{сд}, Y_{сз}$ - ущерб от загрязнения соответственно почвы, гидросферы и атмосферы, тг/год; $Y_{нк}$ - ущерб от потерь выщелачиваемых полезных компонентов руды, тг/год.

Размер ущербов $Y_n, Y_{сд}, Y_{сз}$ можно рассчитать по известной методике [1].

Ущерб от потерь полезных компонентов $Y_{нк}$, тг/год предлагается определить по формуле

$$Y_{нк} = 0,01V_{ут} \cdot C_{нк} \cdot S_{нк} \cdot \gamma_{нк}, \quad (16)$$

где $V_{ут}$ - объем утечек продуктивного раствора, м³/год; $C_{нк}$ - концентрация полезных компонентов, %; $S_{нк}$ - стоимость 1 т полез-

ных компонентов в растворе, тг/т; $\gamma_{нк}$ - объемный вес полезных компонентов в растворе, т/м³.

Величины $V_{ум}$ определяются из выражений (11) и (13) в зависимости от состояния оснований отвалов (куч). При определении $Y_{он}$ используют формулы, аналогичные (14) и (16).

Если предлагаемые способы и средства охраны окружающей среды обеспечивают соблюдения значений критерия χ в интервале $0 \leq \chi < 1$, то они могут быть, в принципе, использованы.

Для окончательного выбора способа и средств в конкретных условиях выщелачивания предлагается дополнительно определить размер экономического эффекта, тг/год, от их внедрения по формуле

$$\mathcal{E} = Y_{он} - \left(Y_0 - \sum_{i=1}^n Z_i \right) / V_p \cdot \gamma_p = Y_{он} - \left[Y_0 - \sum_{i=1}^n (C_i + EK_i) \right] / V_p \cdot \gamma_p. \quad (17)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_i$ - сумма затрат на разработку и внедрение способа или средства профилактики загрязнения окружающей среды при выщелачивании руды, тг/год; V_p - выщелачиваемый объем руды в отвале (куче), м³; γ_p - плотность объема руды в отвале (куче), м³/т; C_i - удельные эксплуатационные расходы при внедрении предлагаемых способов и средств, тг/год; E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_i - удельные капитальные вложения на разработку и внедрение предлагаемых способов и средств охраны окружающей среды, тг/год.

При положительном значении величины \mathcal{E} и соблюдении значения интервала критериев χ способы и средства могут быть приняты к внедрению. Из сравниваемых способов и средств к внедрению следует принимать такие, у которых наименьшее значение χ , а экономический эффект больше нуля. Таким образом, разработанные количественные критерии оценки способов и средств охраны окружающей среды учитывают как экологические, так и

экономические показатели и могут быть использованы при оценке выщелачивания руд в отвалах (кучах).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. — М.: Экономика, 1986. - 95 с.

Восточно-Казахстанский технический университет

РУДАЛАРДЫ ҮЙІЛМЕ-ҚОЙМАЛАРДА ЕРІТІП АЖЫРАТУ КЕЗЕҢІНДЕ ЕРІТІНДІЛЕРДІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА АҒЫП КЕТУЛЕРІНІҢ НЕГІЗДЕРІ МЕН БАҒАЛАУ ӨЛШЕМДЕРІНІҢ КРИТЕРИЙЛЕРІ

И.М. Байрамов

Рудаларды үйілме-қоймаларда ерітіп ажырату кезеңінде ерітінділердің қоршаған ортаға ағып кетулерінің негіздері мен бағалау өлшемдерінің критерийлері көрсетілген. Ерітіп ажырату процесінде ерітінділердің шығыны өзгертіні, осы факторды қоршаған ортаны ластануын бағалағанда есепке алу жөн көруі дәлелденген. Ұсынылған бағалау өлшемдерінің критерийлерін ерітінділердің қоршаған ортаға ағып-сінуін азайту тәсілдерін қарастырығанда пайдалануға болады.

О НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЮРО ПОГОДЫ

В современной жизни прогнозы погоды стали повседневной необходимостью. Работа воздушного, наземного и морского транспорта без прогнозов погоды была бы если не парализована, то выполнялась бы вслепую. Не смогли бы установить нормальный экономически целесообразный режим работы десятки ТЭЦ в городах, а сельское хозяйство страны теряло бы значительную часть урожая. Кроме того, синоптики выдают предупреждения об опасных и особо опасных явлениях погоды. Такая информация помогает предотвратить аварии, сохранить человеческие жизни, уменьшить последствия стихии. Иными словами, экономический эффект от использования прогнозов погоды создается за счет сокращения эксплуатационных затрат (например, экономии трудовых ресурсов, времени, топлива, электроэнергии), получения дополнительной продукции (электроэнергии, продуктов моря и т.п.), предотвращения убытков от неблагоприятных метеорологических условий.

Стоимость сэкономленных за счет прогнозов погоды материальных средств в несколько раз больше затрат на содержание самой службы прогнозов. Поэтому во всех странах мира признано, что использование прогнозов погоды населением и в экономике оказывается не просто полезным, а исключительно важным, иногда даже бесценным.

Прогнозы погоды по территории республики до 1932 года не составлялись, хотя в метеорологической службе были синоптические отделения, которые выпускали ежемесячные и декадные бюллетени, содержащие информацию режимно-справочного характера, полученную с небольшой сети гидрометеорологических станций и постов.

Развитие промышленности, транспорта Казахстана, и особенно авиации, привело к необходимости создания оперативных, прогностических служб и организации гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. Согласно Постановлению Гидрометкомитета СССР от 23 октября 1932 года в Казахском

гидрометеорологическом комитете создается Бюро погоды (БП) со следующими секциями: синоптическая, транспортная и авиационная.

Директором Бюро погоды и одновременно руководителем синоптической секции назначается Пономарев Эммануил Дмитриевич. В декабре 1932 года он впервые составил синоптическую карту и дал прогноз погоды по городу Алма-Ата и маршрутам полетов самолетов, вылетающих из Алма-Атинского аэропорта. Этим было положено начало действия Бюро погоды в Гидрометкомитете Казахстана. Синоптический материал в то время состоял из карт, на которые были нанесены данные 35 метеорологических станций за 3 срока наблюдений и микрокольцевых карт за 4 срока. Только в 1940 году начинают выпускать карты барической топографии, освещенность их была крайне недостаточной (всего один пункт радиозондирования), но синоптики получили возможность приступить к составлению прогнозов погоды на три дня. Начал их составлять Сахаров П.И., им же сделана попытка дать прогноз на месяц.

В тридцатые годы рабочим методом составления краткосрочных прогнозов погоды, как и в настоящее время, являлся синоптический, основанный на фронтологическом анализе, который опирался на метод экстраполяции. Вся трудность составления прогнозов погоды в те годы заключалась в отсутствии прямого аэрологического зондирования, трехмерный анализ базировался на методах "косвенной аэрологии". Синоптики по формам облаков, виду и характеру метеорологических явлений погоды определяли типы фронтов, стадии развития циклонов, степень термодинамической устойчивости воздушных масс. Все это давало основание для физической экстраполяции развития атмосферных процессов, то есть прогноза погоды. Такой анализ требовал от синоптика блестящего чтения синоптических карт, умения представить трехмерно развивающийся в атмосфере физический процесс. Воссозданная силой воображения по дискретным наблюдениям форм облачности и гидрометеоров на синоптических станциях, а так же по экспериментальным наблюдениям шаров-зондов трехмерная структура атмосферных фронтов представляла собой стилизованную картину. В эти годы спутников не было и синоптик по необходимости применял при анализе так называемые синоптические шаблоны, то

есть создавал идеализированную картину процесса, а учет метеорологических особенностей индивидуальных фронтов и циклонов зависел от субъективных качеств анализирующего. Естественно, что это, а также экстраполяция по приземным картам приводили к ошибкам в прогнозе.

Потребности народного хозяйства не только в метеорологической, но и гидрологической, агрометеорологической информации и прогнозах привели к реорганизации Бюро погоды в отдел Службы прогнозов. Синоптическая группа, входившая в отдел, состояла из двух синоптиков, семи научных сотрудников первого и второго разряда, чертежника и двух курьеров (утреннего и вечернего), которые разносили бюллетени погоды в обслуживаемые организации, а их в те годы насчитывалось около 40. В отдел входили так же группа гидрологического режима, сельскохозяйственная группа, транспортная группа и дорожно-синоптическая бригада.

Оперативные гидрологические службы в первые годы своего существования способны были обеспечить отдельные заинтересованные организации только информацией о текущем режиме водных объектов по данным 36 гидропостов. К этому времени в Центральном институте прогнозов и Государственном гидрологическом институте уже накопился некоторый опыт исследований по прогнозам поверхностных вод, обобщенный в виде научных работ и методических пособий. Гидрологи - прогнозисты на первом этапе деятельности оперативной гидрологической службы располагали некоторой методической основой, которую применяли в своих исследованиях для районов Казахстана. Однако из-за слабо развитой агрометеорологической сети в Казахстане и недостатка материалов наблюдений региональные исследовательские работы не получили в этот период широкого развития.

С января 1935 года организуется группа агрометеорологических прогнозов при Бюро погоды, начинается регулярное издание декадного агрометеорологического бюллетеня и специализированное обслуживание сельского хозяйства республики. Сначала это были несложные фенологические прогнозы. Первый номер агрометеорологического бюллетеня составлен специалистом-агрометеорологом Перцевым П.И. Таким образом, уже в первые годы существования Бюро погоды сложился круг оперативных

обязанностей, которые, сильно расширившись, сохраняются и в настоящее время.

В 1937 - 1940 годах Служба погоды начала пополняться специалистами, направленными в Казахстан по окончании высших учебных заведений и техникумов, а свои сотрудники посылались на годичные высшие курсы в Ленинград в Главную геофизическую обсерваторию (ныне г. Санкт-Петербург). Технический персонал обучался на месте, на курсах, где преподавали специалисты Бюро погоды.

В первые месяцы Великой Отечественной войны Казахское управление гидрометслужбы было передано в ведение Среднеазиатского военного округа (САВО), а агрометеорологическая служба - Наркомзему Казахской ССР. Более 30 специалистов - гидрометеорологов были мобилизованы и откомандированы в действующую армию. Оставшиеся в Бюро погоды женщины-синоптики Новикова Е.А., Шукина Н.Ф. (Бендюкова), Кибасова В.Р., Кувалдина Е.Д., Шамасова М.Н. и техники Струлева З.Т., Егорова В.П., Минькова Т.Г., Бекбулатова С.Б. обеспечивали сохранившийся и дополненный условиями военного времени объем работы. Прогнозы выпускали по обрешеченной карте. Несмотря на это, синоптики БП составляли суточные прогнозы по городу и по 15 областям Казахстана, трехдневные прогнозы по ограниченному числу пунктов и специализированный прогноз по Турксибу, а также штормовые предупреждения об опасных явлениях. Для оказания помощи синоптикам АМСГ и ГМБ (гидрометеорологическое бюро) создается методическая группа, сотрудниками которой выполнен большой цикл работ по краткосрочной синоптике и авиационной метеорологии. Большую методическую помощь синоптикам оказали эвакуированные в Казахстан специалисты Таубер Т.М. и Байбакова Е.М.

Эффективное обслуживание авиации в годы войны было высоко оценено Главным Управлением гидрометеорологической службы. Казахское УГМС в течение двух военных лет удерживало переходящее Красное Знамя за первое место, а начальник УГМС Порфирьев И.Ф. награжден орденами "Знак Почета", "Отечественной войны 1 степени". Орденами и медалями был отмечен ряд специалистов как Управления, так и сетевых подразделений.

В послевоенный период Казахстан превращается в

индустриальную стройку, быстрыми темпами идет развитие сельского хозяйства, осваиваются десятки миллионов гектар целинных и залежных земель, развиваются все виды транспорта, энергетика, лесное, водное хозяйство и другие отрасли. С 1945 года начальником БП становится Бендюкова Н.Ф. Перед сотрудниками Бюро погоды поставлены задачи дальнейшего гидрометеорологического изучения территории республики, специализированного обслуживания отраслей народного хозяйства и максимального удовлетворения их запросов. Продолжалось дальнейшее увеличение количества наблюдательных станций и постов в слабо освещенных в гидрометеорологическом отношении районах.

В 1946 году отдел по обслуживанию сельского хозяйства возвращен из Наркомзема в Управление Гидрометслужбы КазССР. Отдел состоял из трех секторов: агрометеопрогнозы, режимные агрометнаблюдения и обслуживание отгонного животноводства. Бурное развитие отгонно-пастбищного животноводства и освоение целинно-залежных земель предъявляло новые требования к агрометеорологическому обслуживанию. Казахское УГМС первым в Союзе организовало специализированное обслуживание отгонного животноводства, частью которого стало оценка условий выпаса скота и произрастания пастбищных трав. Первые разработки по этим вопросам были подготовлены также в Казахском УГМС Федосеевым Александром Петровичем. С 1952 года в БП составляют специализированные периодические прогнозы по урочищам отгонов, уточняя их прогнозами на 1-3 дня и штормовыми предупреждениями.

В 1953 году Бюро погоды состояло из четырех отделов: отдел краткосрочных прогнозов, начальник - Кувалдина Евдокия Дмитриевна; отдел долгосрочных прогнозов погоды, начальник - Штафинская Елена Яковлевна, ею были составлены в 1954 году первые месячные и сезонные прогнозы; отдел гидрологических прогнозов, начальник - Качалов Дмитрий Андреевич; отдел агрометеорологических прогнозов, начальник - Вишненко Анна Степановна. Позже в Бюро погоды организуется группа научно-методических работ, занимающаяся испытанием и усовершенствованием расчетных методов прогнозов явлений погоды, и группа спутниковой информации. В оперативной прогностической работе синоптики Бюро погоды начали использовать спутниковые

фотографии, которые позволили увидеть атмосферные процессы сверху, окинуть взором крупномасштабную конфигурацию облачных систем на больших пространствах. Спутниковая информация внесла и вносит большой вклад в анализ синоптических процессов.

В шестидесятые годы сектор гидрологических прогнозов приобрел статус отдела, а в 1965 году в Бюро погоды появляется новое направление в прогнозировании - численное моделирование синоптических процессов на 24, 48, 72 часа, основателем которого является Лутфулин Илья Зайнулович, доктор технических наук, профессор. Для решения задач численного моделирования, а также для автоматизированного приема, передачи, контроля, обработки и хранения гидрометеорологической информации в 1975 году при Казгидромете создается Вычислительный Центр (ВЦ). Оперативная практика составления прогнозов во все времена сильно зависела от технических средств получения и обработки информации, особенно в последние годы, когда ее объем увеличился в несколько раз.

В семидесятые годы агрометеорологами отдела агрометеорологических прогнозов Бюро погоды, Целиноградской (ныне Акмолинской) и Западно-Казахстанской гидрометеорологических обсерваторий (ГМО) разработан и внесен целый ряд поправок в методические пособия, подготовленные Центральным институтом прогнозов (ЦИП), благодаря чему удалось повысить оправдываемость прогнозов по оптимальным срокам сева, валовому сбору всех зерновых и зернобобовых культур.

Коллективом Бюро погоды выполнялся большой объем научно-исследовательских работ, имеющих методический характер применительно к условиям Казахстана. Большинство выполненных работ вошло в "Сборники по региональной синоптике". Труды Казахского гидрометеорологического института (КазНИГМИ), изданы в Казахстане и за его пределами.

Метеорологическая, гидрологическая, агрометеорологическая информация требовала систематизации, обобщения и хранения. Необходимость в обобщенном справочном материале обусловлена потребностью в них в различных отраслях народного хозяйства. Обрабатывается и анализируется огромный материал агро- и гидрометеорологических наблюдений в Казахстане. Подготавливаются и выходят из печати целые серии Научно-

прикладных справочников, которые широко используются научно-исследовательскими и проектными организациями. Вся гидрометеорологическая информация, а ее в настоящее время более 110000 единиц на бумажном носителе, бережно хранится в Республиканском фонде по гидрометеорологии и загрязнению природной среды Казгидромета.

Семидесятые и восьмидесятые годы определяются техническим оснащением Службы средствами наблюдений, передачи и обработки информации. Широко внедряются в оперативную работу информация с искусственных спутников Земли и радиолокационная информация. Внедряются вычислительные комплексы, автоматизируются процессы сбора, обработки, анализа и выдачи информации. Качество прогнозов, особенно краткосрочных, зависит от объема используемой метеорологической информации и качества гидродинамических методов прогнозов. В настоящее время количества и качества информации о фактическом состоянии атмосферы у синоптика не достаточно велико. С переходом к рыночной экономике, в условиях ограниченного финансирования производственной деятельности, сокращаются некоторые очень важные для Бюро погоды виды работ и наблюдений. Так, в системе Агентства, по состоянию на 1.11.97 г., осталось 239 метеорологических станций и 170 метеорологических постов, 8 аэрологических станций с одноразовым зондированием атмосферы.

Бюро погоды вынуждено искать дополнительные источники финансирования, заключая хозяйственные договоры. Так, за 10 месяцев 1997 года средства, полученные от хоздоговорной деятельности составили 37 % объема финансирования Бюро погоды по бюджету. Эти средства позволили увеличить парк персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ), запасных частей, расходных материалов.

Синоптик девяностых годов, в отличие от тридцатых, имеет данные не только о фактическом состоянии погоды или барических полей на пространстве от Атлантического до Тихого океанов, но и карты с численным прогнозом барического поля от 24 до 144 часов. К сожалению, эти гидродинамические прогнозы разработаны не у нас в Казахстане, а поступают по каналам связи из Европейского Центра среднесрочных прогнозов погоды в Рейдинге и из Национального

Метеорологического Центра в Вашингтоне. Оперативная практика составления прогнозов в настоящее время очень сильно зависит от технических средств получения и обработки информации. В этом большую помощь оказывают персональные компьютеры, заменившие дорогостоящие и громоздкие ЕС-ЭВМ. Внедрение ПЭВМ обусловило создание новейших программных комплексов по сбору, передаче, обработке, контролю и хранению гидрометеорологической информации, переходу к безбумажной технологии. Так, в сентябре 1996 года в Центре коммутации сообщений (ЦКС) службы автоматизированной системы передачи данных (АСПД) произведена реконструкция метеорологической системы телесвязи (МТС) на базе ПЭВМ, что позволило отказаться от использования отработавшего свои сроки оборудования "ЦИКЛОН" и комплекса метеорологической системы коммутации М88 на базе мини ЭВМ СМ-1420.

Перевод сети на новые технологии связи открывает широкие перспективы в использовании современных видов оборудования на уровне мировых стандартов и отказ в дальнейшем от употребления дорогостоящей электрохимической бумаги для приема факсимильных карт, которые применяются в синоптической практике Казахстана с 60-х годов. С внедрением программного комплекса локальной автоматизированной системы сбора и обработки (ЛАССО) синоптики получили дополнительный материал при составлении прогноза. На основе информации, получаемой из базы данных ЛАССО, программистами Вычислительного центра и синоптиками отдела испытания и внедрения, осуществляется автоматизация расчетных методов прогноза метеовеличин и явлений. Совместно с сотрудниками отделов метеорологии, обработки данных созданы программные комплексы "Жаркыл" и "АІК" по сбору, контролю, обработке и хранению актинометрической и аэрологической информации. Большую помощь в создании "АІК" оказал Чередниченко В.С. - доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой метеорологии КазГУ им. аль-Фараби.

Успешно внедряется комплекс первичной системы обработки, накопления, анализа (ПЕРСОНА) метеорологической информации станции (МИС) и метеорологической информации постов (МИП), который войдет в единую локальную вычислительную сеть.

Начаты работы по переводу архивного гидрометеорологического материала с магнитных лент на современные технические носители, на которых информация практически не будет подвержена потере и выдана потребителю в короткий срок, в соответствии с мировыми стандартами.

В Бюро погоды по линии Всемирной метеорологической организации (ВМО) переданы комплексы программ и оборудования: КЛИКОМ - рабочее место климатолога; НУОАТА - рабочее место гидролога; 015 - географическая информационная система; 5У/1\$5/Р1Т - прием информации с орбитально - полярных и геостационарных метеорологических спутников. Все они адаптируются для условий Казахстана. Бюро погоды располагает обширным парком персональных компьютеров. Немалая заслуга в этом, а также в предоставлении средств, организации работ на местах принадлежала руководству Казгидромета.

В настоящее время Бюро погоды - крупнейший прогностический центр Казахстана, в его состав структурно входят: руководство, отделы прогнозов погоды, гидрологических, агрометеорологических прогнозов, испытания и внедрения расчетных методов прогнозов, метеорологии, обработки метеоданных, агрометеорологии, Государственного учета вод, Республиканского фонда по гидрометеорологии и загрязнению природной среды, кадров и делопроизводства, бухгалтерского учета и материально-технического снабжения, группы гидрометобеспечения и нормативно-экономической группы. В Бюро погоды входит также Вычислительный центр, который состоит из отделов эксплуатации ЕС ЭВМ, отдела программного обеспечения и сопровождения, отдела технического обслуживания ЭВМ; второе крупное подразделение - АСПД, состоящее из отделов эксплуатации ЦКС, факсимильных связей, приема спутниковой информации, радиосвязи.

Огромный опыт работы, высокая квалификация, любовь к своей профессии - вот что помогает специалистам Бюро погоды даже в условиях ограниченного финансирования обеспечить выполнение поставленных задач.

П.Ж. Кожаметов

ВETERАНЫ СЛУЖБЫ ПОГОДЫ

Главным достоянием Службы погоды являются его люди. Благодаря их самоотверженному труду, достигнуты значительные успехи - создана прекрасная казахстанская школа прогнозов погоды. Вспомним добрым словом ветеранов Бюро погоды, внесших большой вклад в становление и развитие этого подразделения, знания и опыт которых весьма ценны для последующих поколений гидрометеорологов.

Бендюкова Нина Федоровна - бывший начальник Бюро погоды, ныне - персональный пенсионер республиканского значения.

Нина Федоровна Бендюкова родилась 28 января 1916 года в г. Верный (ныне Алматы). Закончив здесь неполную среднюю школу, поступила в Ташкентский гидрометтехникум. В 1936 году, сразу после окончания техникума, начала работать в Бюро погоды старшим техником. Затем она повышает свою квалификацию на курсах синоптиков при Московском гидрометинституте, после которых работает синоптиком, а с 1944 года - старшим синоптиком Бюро погоды КазУГМС.

В июне 1945 года Бендюкову Н.Ф. назначают начальником Бюро погоды, которым она беспрерывно руководила более 30 лет. Нина Федоровна продолжала учиться, сначала на курсах усовершенствования синоптиков при ЦИПе, затем на курсах начальников Бюро погоды, а в 1954 году заочно заканчивает географический факультет Казахского педагогического института.

Имея хорошие организаторские способности, знания и производственный опыт, Нина Федоровна проявляет себя инициативным и способным руководителем. Возглавляемый ею коллектив Бюро погоды работал слаженно. Много внимания и сил уделяла Бендюкова Н.Ф. укреплению научно-методической базы, развитию отделов Бюро погоды. Она принимала непосредственное участие в составлении краткосрочных прогнозов погоды и обобщении накопленных материалов при выполнении научных исследований по региональной тематике. Четко выполнялись задачи по обслуживанию основных отраслей народного хозяйства прогностической информацией. Выйдя на пенсию в 1977 году, Нина Федоровна продолжала работать в Бюро погоды старшим

синоптиком, передавая свой богатый опыт и знания молодым специалистам. В Бюро погоды выросла целая плеяда грамотных специалистов-синоптиков с большим опытом работы, которые прошли отличную школу у таких корифеев синоптики, как Нина Федоровна Бендюкова.

Многолетний плодотворный труд Бендюковой Н.Ф. на ответственном посту отмечен наградами - орденом "Знак Почета", медалью "За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.", значком "Отличник Гидрометслужбы СССР", почетными грамотами ГУГМС и КазУГМС, юбилейной грамотой Верховного Совета Казахской ССР, неоднократными благодарностями.

Пожелаем Нине Федоровне хорошего здоровья, долгих лет жизни и благополучия.

Штафинская Елена Яковлевна, 1912 года рождения, окончила с отличием в 1937 году Харьковский гидрометинститут по специальности инженер-метеоролог. По окончании института год работала в Новосибирском УГМС начальником отдела по обслуживанию воздушного флота, а с 1938 по 1940 год - в той же должности, но в Украинском УГМС. С июня по сентябрь 1941 года занимала должность зам. начальника отдела обороны г. Харьков.

В октябре 1941 года Елена Яковлевна эвакуировалась с семьей в Алма-Ату и была назначена начальником мете. станции Аягуз. С 1943 по 1946 год работала старшим синоптиком, а затем начальником АМСГ Караганда. В мае 1946 года Елена Яковлевна была переведена в Бюро погоды и работала сначала в должности старшего синоптика, а позже, с 1950 года возглавила сектор, впоследствии отдел, долгосрочных прогнозов, которым руководила бессменно в течение 20 лет.

Елену Яковлевну отличала инициатива и высокая организованность. Во время Великой Отечественной войны, работая на АМСГ, она поставила на должную высоту обслуживание авиации прогнозами; первая в Казахстане составила месячный, а затем сезонный прогнозы погоды. Под ее руководством был собран обширный синоптический архив, послуживший базой для научно-исследовательских работ по синоптико-климатическим принципам прогнозирования на месяц и сезон. Елена Яковлевна выполнила

исследования по прогнозу экстремально холодных месяцев предзимнего периода, синоптико-климатические описания мая-июня на территории Казахстана и дала динамико-климатическую характеристику волн холода и тепла в Казахстане. Под ее руководством было выполнено более 15 работ по различным вопросам синоптического прогнозирования. Все разработки использовались в оперативной работе синоптиков.

Елена Яковлевна Штафинская хорошо знала региональные особенности синоптических процессов над территорией Казахстана, постоянно использовала новые знания в области долгосрочной синоптики, добилась хорошего качества прогнозов, особенно для зон отгонного животноводства. Воспитала целую плеяду специалистов в области долгосрочной синоптики. За успехи в работе Елена Яковлевна неоднократно поощрялась, была отличником Гидрометслужбы СССР, награждена орденом "Знак Почета". Из 32 лет работы в Гидрометслужбе 28 было отдано Гидрометслужбе Казахстана.

Светлая память о Елене Яковлевне Штафинской - неутомимом труженике и прекрасном человеке навсегда сохранится в сердцах ее друзей, коллег и учеников.

Кувалдина Евдокия Дмитриевна родилась в 1919 году. По окончании Московского гидрометтехникума в 1938 году Евдокия Дмитриевна направлена в Свердловское УГМС, где была вначале стажером, а затем - синоптиком Уфимского АМСГ. В марте 1940 года Кувалдина Е.Д. начала работать синоптиком Бюро погоды Казахского УГМС, с которым, в дальнейшем, была связана вся ее трудовая деятельность. В 1945 году она становится старшим синоптиком Бюро погоды, а с 1962 года Кувалдина Е.Д. возглавила отдел краткосрочных прогнозов, руководила которым до выхода на пенсию в 1975 году.

Грамотная, инициативная, быстро ориентирующаяся в сложных синоптических ситуациях, Евдокия Дмитриевна становится прекрасным знатоком своего дела. Еще в 1940 году, будучи молодым специалистом, Евдокия Дмитриевна отмечена ГУГМС как синоптик, прогнозы которого имеют высокий процент оправдываемости, особенно в части штормовых предупреждений. В процессе работы Евдокия Дмитриевна постоянно изучала новые методы и приемы аэросиноптического анализа. В числе первых освоила анализ карт

барической топографии. Много сил и внимания уделяла Евдокия Дмитриевна Кувалдина воспитанию молодого поколения синоптиков, повышению качества прогнозов на сети, в ГМБ и АМСГ. Кроме основной работы, Евдокия Дмитриевна вела активную общественную деятельность. В 1948 и 1950 годах избиралась депутатом Алма-Атинского Горсовета.

За высокие показатели в работе Службы погоды Кувалдина Е.Д. неоднократно поощрялась в виде благодарностей, почетных грамот ГУГМС и КазУГМС, занесения на Доску Почета, имеет государственные награды: медаль "За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.", значок "Отличник Гидрометслужбы СССР". Коллеги и ученики с большой теплотой и благодарностью вспоминают годы совместной работы с Е.Д. Кувалдиной.

Стрельникова Анна Васильевна. 14 декабря 1997 года исполнилось 87 лет Стрельниковой Анне Васильевне - ветерану Гидрометслужбы, гидрологу-прогнозисту, первому начальнику гидрометфонда КазУГМС (ныне Казгидромет).

Анна Васильевна - потомственный гидрометеоролог. Ее мать, Стрельникова Т.Т., в 1922-1927 гг. работала гидрометнаблюдателем на испарительной станции оз. Бийликоль, гидрометрами служили ее братья Алексей, Михаил и Борис, метеонаблюдателем - сестра Ольга. Еще школьницей Анна Васильевна помогала матери в производстве наблюдений, полюбила эту работу и выбрала себе специальность гидролога на всю жизнь. После окончания Ташкентского ирригационного института в 1932 году она работала в водохозяйственных организациях сначала в Ташкенте, а затем во Фрунзе (ныне Бишкек). Свой трудовой путь Анна Васильевна продолжила с 1937 года в отделе гидрологии Казахского УГМС, возглавлял который старейший гидролог Б.И. Ковалев.

Становление Стрельниковой А.В. как специалиста и руководителя проходило в тяжелые годы Великой Отечественной войны, когда для обеспечения работы на сети станций направлялись лучшие специалисты УГМС. Так в 1943 году, Анна Васильевна стала начальником кустовой гидрологической станции Уштобе, к которой были прикреплены для метеорологического руководства ряд станций

и около 40 постов в радиусе 300-350 км от Уштобе.

Высокая организованность, опыт и знания помогли Анне Васильевне Стрельниковой в труднейших условиях военного времени обеспечить бесперебойную хорошую работу вверенных ей подразделений. После войны, с 1946 по 1958 год, Анна Васильевна работала в отделе гидропрогнозов Бюро погоды КазУГМС. Она участвовала в разработке новых методик прогноза. Ею выполнены работы по прогнозу месячного и сезонного стока рек Джунгарского Алатау, объемов половодья на р. Нура, сроков вскрытия и замерзания оз. Балхаш и др. С организацией в КазУГМС отдела гидрометфонда в 1958 году Анна Васильевна стала его начальником и проработала около 20 лет до выхода на пенсию в 1978 году. Под ее руководством проведена систематизация архива гидрометнаблюдений, подготовлены и изданы Справочники гидрометфонда.

За успехи в работе Стрельникова А.В. была награждена Грамотой Верховного Совета КазССР, медалью "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.", значком "Отличник Гидрометслужбы СССР", бронзовой медалью ВДНХ СССР 1967 года, медалью "Ветеран труда", имела много благодарностей по линии ГУГМС и КазУГМС.

Пожелаем Анне Васильевне доброго здоровья и благополучия в жизни.

И.М. Силина

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСИ, СДАВАЕМОЙ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА "ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ"

Объем статьи не должен превышать 12,5 страниц машинописного текста, включая таблицы, рисунки и список литературы. Число рисунков не более трех на одну статью. Перед заголовком статьи следует указать расширенный индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).

В комплект рукописи, присылаемой автором, должны входить: основной текст статьи; аннотация на русском и казахском языках не более 10 строк, дающая ясное представление о содержании статьи; название статьи; Ф.И.О. авторов на английском языке; список литературы в алфавитном порядке авторов на русском и отдельно иностранном языке (составляется согласно ГОСТу 7.1-84). Весь текст, включая таблицы, печатается через 1,2 интервала. Рисунки готовятся с соблюдением ГОСТа на кальке либо белой плотной бумаге черной тушью, изображение четкое, вставляются в текст. Подпись и номер рисунка помещается под ним. Расшифровка обозначений после подписи в строку. На поле рисунка надписи не допускаются, кроме индексов или цифр обозначений. Размер цифр и букв на рисунке такой же, как и в тексте, индексов - не меньше 1,5 мм.

Таблицы оформляются без рамки, без дополнительной разграфки поля таблицы, номер таблицы и смысловое название - над таблицей, примечание - под ней (с соблюдением ГОСТа). Единицы физических величин приводятся в Международной системе СИ (ГОСТ 8.417-81), либо дается перевод приведенных единиц в систему СИ. Названия организаций, учреждений, географические названия и т.п. даются в последней редакции. К историческим названиям в скобках приводятся современные. Математические и химические обозначения и формулы вписываются в текст тушью или черными чернилами с соблюдением размеров прописных, строчных букв и правильным размещением и написанием индексов, степени, градусов и т.д. В тексте обязательно приводится расшифровка всех параметров, аббревиатур. Все сокращения выполняются в соответствии с ГОСТом и словарем сокращений.

Рукопись отпечатывается на машинке (ПК и т.п.) на одной стороне стандартного листа плотной бумаги белого цвета. Верхнее

поле 20 мм, правое 10мм. На листе 39 строк, в строке 50 знаков. Текст, подписи к рисункам, формулы, список литературы не должны выходить за рамку 200x125 мм.

Помимо машинописного варианта статьи обязательно предоставляется ее дубликат, записанный на дискете с соблюдением следующих условий: режим набора Microsoft Word, шрифт Newton STT (стиль нормальный), размер шрифта 11. Заголовок статьи из прописных букв, шрифт полужирный. Параметры поля страницы: верхнее 20 мм, нижнее 75 мм, левое 75 мм, правое 10 мм. Красная строка 12,5 мм. Реферат набирается курсивом, отступы по 5 мм слева и справа, помещается перед основным текстом статьи, после заголовка и списка авторов (в столбике с указанием ученой степени).

Формулы набирать в режиме Microsoft Equation. Графики, диаграммы, гистограммы - в режиме Microsoft Excel, рисунки - в режиме Paintbrush. Букву "ё" не употреблять. Подпись и обозначения рисунка набирать курсивом, начинать от левого края - первая буква под первой цифрой шкалы ординат. Цифры целые от дробных отделяются запятой.

На отдельном листе в редакцию высылаются сведения об авторе (авторах) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), домашнего и служебного адресов и телефонов, точного названия учреждения, в котором была выполнена работа, ученой степени и ученого звания автора.

Редакция сохраняет за собой право отклонять рукописи и делать необходимые редакционные исправления, дополнения и сокращения в принятых рукописях. Статья может быть возвращена автору на доработку. В отдельных случаях по просьбе редакции предоставляются рецензии на статью.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

480072, Казахстан, г. Алматы, проспект Сейфулина, 597,
КазНИИМОСК,
комн. 520, тел. 54-22-93, комн. 407, тел. 54-22-88.

ИМЕЕТСЯ В ПРОДАЖЕ

Управление и экономическая эффективность гидрометеобеспечения Казахстана

А.М. Шамен. - Алматы: Гылым, 1997. - 466 с.

Рассматриваются вопросы управления, организации и экономической эффективности гидрометеобеспечения. Описываются структура, основные задачи и функции Национальной гидрометслужбы Казахстана. Анализируются результаты экономико-статистического моделирования различных вариантов учета гидрометинформации при принятии важных хозяйственных решений. Показано, что экономический эффект от использования режимных и прогностических данных в природоёмких отраслях экономики в несколько раз превышает ежегодные расходы на содержание ведомства. Излагаются теоретические принципы построения наземной сети наблюдений при минимизации затрат на ее содержание. Недостаток информации предполагается компенсировать применением таких новейших технических средств, как искусственные спутники Земли, метеорологические радиолокаторы, автоматические метеорологические станции и др. Приводятся результаты оценки влияния глобального потепления на сельское, лесное хозяйство и водные ресурсы. Рассмотрены возможные последствия уменьшения общего содержания озона на биосферу. Сформулированы первоочередные стратегические задачи по улучшению гидрометеобеспечения хозяйственного комплекса и населения Казахстана.

Агрометеорологическое обеспечение овцеводства Казахстана

Научно-прикладной справочник

Главный редактор А.М. Шамен. - Алматы, 1998. - 424 с.

Обобщены многолетние материалы наблюдений метеорологических станций Казахстана о современных климатических ресурсах, опасных и стихийных метеорологических

явлениях в зонах, где развито овцеводство - ведущая отрасль животноводства республики. Освещаются вопросы произрастания пастбищной растительности и изменение ее продуктивности под влиянием агроклиматических и текущих агрометеорологических условий. Впервые приводятся материалы о сезонных кормовых запасах на пастбищах по результатам дистанционного зондирования в годы с различными агрометеорологическими условиями. Выполнена агроклиматическая оценка фитомелиорации пастбищ, зооклиматическая оценка условий пастбищного содержания овец в период окота, после стрижки, перегона на летние пастбища и места их зимовок.

Показана суть оперативного гидрометеорологического обслуживания овцеводства, приведены конкретные примеры использования гидрометеорологической информации в отрасли и оценка ее экономической эффективности.

Предлагаемая литература предназначена для специалистов в области гидрометеорологии, агрометеорологии и мониторинга окружающей среды, преподавателей, студентов, аспирантов и широкого круга заинтересованных читателей.

Библиотека КазНИИМОСК имеет также экземпляры журнала "Гидрометеорология и экология" за 1995, 1996 и 1997 гг.

Заказы просим присылать по адресу:
480072, г. Алматы, пр. Сейфуллина, 597, КазНИИМОСК
тел. 54-22-72

