

ISSN 1998 – 7838

«ПАРАСАТ» ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ХОЛДИНГІ» АҚ
«ГЕОГРАФИЯ ИНСТИТУТЫ» ЖШС

АО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ХОЛДИНГ “ПАРАСАТ”»
ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

JSC «NATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
HOLDING “PARASAT”»
LLC «THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY»

ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ



ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ



Issues of Geography and Geoecology

1

ҚАҢТАР – НАУРЫЗ 2018 ж.

ЯНВАРЬ – МАРТ 2018 г.

JANUARY – MARCH 2018

ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007

ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Бас редакторы
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **И. В. Северский**

Бас редактордың орынбасары:
география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**, география ғылымының кандидаты **С. К. Алимкулов**

Редакция алқасы:

география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; география ғылымының докторы **В. П. Благовещенский**; Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), докторы, профессоры **Цуй Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **Г. В. Гельдыева**; география ғылымының докторы **А. П. Горбунов**; география ғылымының докторы **Ж. Д. Достай**; жаратылыстану ғылымдарының докторы **Я. Ленчке** (Германия); география ғылымының докторы **О. Б. Мазбаев**; ӨҰҒА академигі, техника ғылымының докторы **Р. М. Мамедов** (Әзірбайжан); география ғылымының докторы **И. М. Мальковский**; ҚР ҰҒА академигі, география ғылымының докторы **А. Р. Медеу**; география ғылымының докторы **У. И. Муртазаев** (Тәжікстан); геология-минералогия ғылымының кандидаты **Э. И. Нурмамбетов**; география ғылымының докторы **Р. В. Плохих**; география ғылымының кандидаты **Т. Г. Токмагамбетов**; география ғылымының докторы **Л. С. Толеубаева**; география ғылымының кандидаты **Р. Ю. Токмагамбетова**; докторы, климатологияның қауымдастырылған профессоры **М. Шахгеданова** (Ұлыбритания); докторы, профессоры **Ю. Шур** (АҚШ); география ғылымының докторы **А. А. Эргешов** (Қырғызстан); география ғылымының кандидаты **В. С. Крылова** (жауапты хатшы)

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

Заместители главного редактора:
доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, кандидат географических наук **С. К. Алимкулов**

Редакционная коллегия:

доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Э. К. Ализаде** (Азербайджан); доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор географических наук **В. П. Благовещенский**; академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуй Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**; доктор географических наук **А. П. Горбунов**; доктор географических наук **Ж. Д. Достай**; доктор естественных наук **Я. Ленчке** (Германия); доктор географических наук **О. Б. Мазбаев**; академик НАНА, доктор технических наук **Р. М. Мамедов** (Азербайджан); доктор географических наук **И. М. Мальковский**; академик НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**; доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикистан); кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**; доктор географических наук **Р. В. Плохих**; кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**; доктор географических наук **Л. С. Толеубаева**; кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, ассоциированный профессор климатологии **М. Шахгеданова** (Великобритания); доктор, профессор **Ю. Шур** (США); доктор географических наук **А. А. Эргешов** (Кыргызстан); кандидат географических наук **В. С. Крылова** (ответственный секретарь)

Editor-in-Chief

Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**

Deputy Editor-in-chief:

Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**, Candidate of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**

Editorial Board:

Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geographical Sciences **V. P. Blagoveshchenskiy**; Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **G. V. Geldyyeva**; Doctor of Geographical Sciences **A. P. Gorbunov**; Doctor of Geographical Sciences **Zh. D. Dostai**; Doctor Rerum Naturalium **J. Lentschke** (Germany); Doctor of Geographical Sciences **O. B. Mazbayev**; Academician of the ANAS, Doctor of Technical Sciences **R. M. Mamedov** (Azerbaijan); Doctor of Geographical Sciences **I. M. Malkovskiy**; Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**; Doctor of Geographical Sciences **U. I. Murtazayev** (Tajikistan); Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **E. I. Nurmambetov**; Doctor of Geographical Sciences **R. V. Plokhikh**; Ph.D. **T. G. Tokmagambetov**; Doctor of Geographical Sciences **L. S. Toleubayeva**; Ph.D. **R. Yu. Tokmagambetova**; Dr., Associate Professor in Climate Science **M. Shahgedanova** (UK); Doctor, Full professor **Yu. Shur** (USA); Doctor of Geographical Sciences **A. A. Ergeshov** (Kyrgyzstan); Candidate of Geographical Sciences **V. S. Krylova** (Senior Secretary)

«Вопросы географии и геоэкологии» ISSN 1998 – 7838

Собственник: ТОО «Институт географии»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г. выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан

Адрес редакции:

050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра / Пушкина, 67/99

Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: geography.geocology@gmail.com, ingeo@mail.kz, сайт: <http://www.ingeo.kz>

УДК 551.311

Е. А. Таланов¹, С. Е. Полякова², К. М. Болатов³,
Л. Н. Никифорова⁴, М. К. Касенов⁵, Д. К. Кисебаев⁶

¹Д. геогр. н., доцент, профессор кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

²К. геогр. наук, доцент, профессор кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

³Магистр, докторант 2-го курса кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

⁴Начальник управления гидрологических прогнозов (РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан)

⁵Руководитель отдела предупреждения ЧС и эксплуатации защитных сооружений (Государственное учреждение «Казселезащита» МВД РК, Алматы, Казахстан)

⁶Магистрант 2-го курса кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ГЛЯЦИАЛЬНОЙ СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ПРОРЫВЕ МОРЕННОГО ОЗЕРА В БАССЕЙНЕ РЕКИ КИШИ АЛМАТЫ

Аннотация. Моренные озера, угрожающие возможным прорывом, относят к категории контролируемых (для селей гляциального происхождения). Ежегодное их обследование позволяет получить количественную информацию по морфометрии озер и состоянию естественных плотин. Наличие постоянного ускорения роста объемов озер свидетельствует о нарастающей вероятности прорыва. Продолжительность жизни (время развития) моренного озера зависит от совокупности стохастических возможностей природы. Определены параметры стохастической модели прорыва моренного озера для оценки вероятности его опорожнения при наибольшем сезонном объеме воды в конкретный год. Смоделированы кривые распределения вероятностей объемов и максимальных расходов паводков при прорыве моренного озера №2 у конца ледника Туйыксу (15 июля 1973 г.).

Ключевые слова: вероятность прорыва озера, моренное озеро, сели гляциального, объем паводка, максимальный расход воды.

Введение. Ледниково-моренный комплекс необычайно динамичен. В 1971 г. в верховьях р. Киши Алматы были начаты наблюдения за движением конечного участка нижней ступени морены ледника Туйыксу (по четырем пикетам). Общее понижение отметок по линии, параллельной бровке склона, за 5 лет составило в среднем 1,9–2,1 м (максимальное 3,2 м) и является результатом как таяния погребенного льда и мерзлых грунтов, так и вертикальных смещений моренных отложений [3]. С мнением В. А. Голубовича можно согласиться – такого рода наблюдения «не дают полного представления о роли деформации морены в селеобразовании, но указывают на возможность использования такой информации при оценке вероятности участия моренных отложений в селевых процессах». Изучение внутреннего строения на моренах Туйыкских ледников было проведено (1958, 1963, 1964, 1974, 1975 гг.) с помощью методов сейсморазведки, электро- и гравитационной разведки, магниторазведки и термометрии, а их результаты показали эффективность комплексных геофизических исследований при выявлении участков распространения погребенных льдов, многолетнемерзлых пород, незакрепленных морен, фильтрации талых вод, подземных пустот и тоннелей.

Прорывы моренных озер случаются повсеместно и не так уж редко. Долгосрочный прогноз о переходе моренного озера в угрожающее состояние может быть дан на основании графика роста

объема озера при его максимальном ежегодном наполнении. Наличие постоянного ускорения роста объема озера свидетельствует о нарастающей вероятности прорыва. Расширение и углубление озера в основном осуществляются в направлении наибольшего уклона, что неизбежно сопровождается одновременным ослаблением моренной плотины. Типичная ситуация сложилась для моренного озера №2 у конца ледника Туйыксу (Иле Алатау): 1920 г. – зарождение озера, 1951 г. – 20 тыс. м³, 1956 г. – 32 тыс. м³, 1963 г. – 75 тыс. м³, 1973 г. – 260 тыс. м³ [2]. Эта ситуация разрешилась прорывом 15 июля 1973 г. (максимальный расход истечения воды из озера 350 м³/с) и возникновением катастрофического селевого потока объемом 3,8 млн м³ и с максимальным расходом около 10 тыс. м³/с, который был остановлен плотиной в Медео [1].

За три года после гляциального селя (1973 г.) в пределах фронтальной морены Туйыксуских ледников произошло некоторое изменение в мощности моренных образований (на 10–20%). При этом часть выявленных ранее скрытых термокарстовых пустот и туннелей в 1974 г. была обрушена и сейчас представлена провалами, которые иногда заполняются водой. Возникли новые термокарстовые пустоты на глубинах от 15–20 до 40–70 м, из них крупные – на глубине около 200 м. По данным Института географии, здесь максимальная скорость подземных вод изменяется от 0,39 до 0,44 м/с. Время добега талых вод, формирующих зарегулированный (глубокий) сток, составляет 8–9 сут. В июле–августе (1983, 1984, 1990 гг.) за счет высоких температур воздуха на фронтальном склоне нижней ступени Туйыксуской морены имели место селевые явления [4].

Стохастическая модель прорыва моренного озера. Необходимо определить набор величин, имеющих физическое (гидрологическое, гляциологическое) содержание, сохраняющих при этом определенный статистический смысл [2]:

1. T – продолжительность жизни (время развития) моренного озера.
2. W_0 – медианный объем моренных озер, типичных в данном ледниково-моренном комплексе. Относительно W_0 должна быть проверена и подтверждена гипотеза о существовании ожидаемой зависимости между размерами ледника (длина, площадь, ширина конца ледникового языка) и его моренных озер.
3. $C_v(W)$ – коэффициент вариации объема воды в озере (отношение среднего абсолютного отклонения от медианы к самой медиане).
4. p^* – вероятность прорыва озера при его наполнении, близком к W_0 ; отличается от $p^* = 1$ в силу разного рода случайностей, например из-за отсутствия погребенного льда в теле моренной плотины.

Определим последовательность действий при моделировании прорыва моренных озер:

1. Найдем положение виртуальной точки на оси времени:

$$t = \varepsilon_1 T,$$

где ε_1 – величина, имеющая равномерное распределение в диапазоне $0 \div 1$: $0,000 \leq \varepsilon_1 \leq 0,999$. Вместо отношения t/T будем использовать ε_1 .

2. Разыгрываем величину объема воды в озере в день, соответствующий положению виртуальной точки на оси времени:

$$W = \begin{cases} W_0 \varepsilon_1 [1 + U_p C_v(W)], & \text{если } U_p C_v(W) > -1 \text{ и } \varepsilon_1 > 0,000, \\ 0, & \text{если } U_p C_v(W) \leq -1 \text{ и } \varepsilon_1 = 0,000. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь U_p – нормированное значение распределения Лапласа (аналог нормального распределения в рамках равномерной метрики). Для определения U_p разыгрывается величина ε_2 , имеющая равномерное распределение в диапазоне $0 \div 1$: $0,000 \leq \varepsilon_2 \leq 0,999$.

3. Оценим вероятность прорыва озера при данном объеме W :

$$p = (p^*)^{W_0/W}. \quad (2)$$

4. Разыгрываем факт прорыва моренного озера: $0,000 \leq \varepsilon_3 \leq 0,999$. Если $\varepsilon_3 \leq p$ [по формуле (2) вычисляют величину p], то прорыв озера имел место, в противном случае – нет. Объем прорыва принимается равным объему озера в день, соответствующий положению виртуальной точки на оси времени.

5. Максимальный расход прорывного паводка приближенно оценим с помощью выражения [2]

$$Q_{\max} = 0,0001 \cdot W^{1,2}. \quad (3)$$

Результаты моделирования и их обсуждение. В качестве тестируемого объекта выбрано моренное озеро №2 в бассейне р. Киши Алматы с объемом воды $W_0 = 250\,000 \text{ м}^3$. Рассмотрены два варианта наполнения озера и степень их опасности:

1а) $p^* = 0,5$ при $C_v = 0; 0,2$ – желтый уровень опасности (рисунки 1 и 2);

1б) $p^* = 0,5$ при $C_v = 0,5; 1,0; 2,0$ – красный уровень опасности (см. рисунки 1 и 2);

2) $p^* = 0,8$ при $C_v = 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0$ – красный уровень опасности (рисунки 3 и 4).

При желтом уровне опасности ($p^* = 0,5$) при $C_v = 0$ объем прорывного паводка с вероятностью $p = 0,1$ составит почти $173\,000 \text{ м}^3$ (см. рисунок 1), а максимальный расход воды такой же вероятности – $193 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. рисунок 2). Для красного уровня опасности ($p^* = 0,5$) при $C_v = 2,0$ объем воды будет $W_{0,1} = 726\,000 \text{ м}^3$ (см. рисунок 3), а максимальный расход воды $Q_{\max 0,1} = 1080 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. рисунок 4).

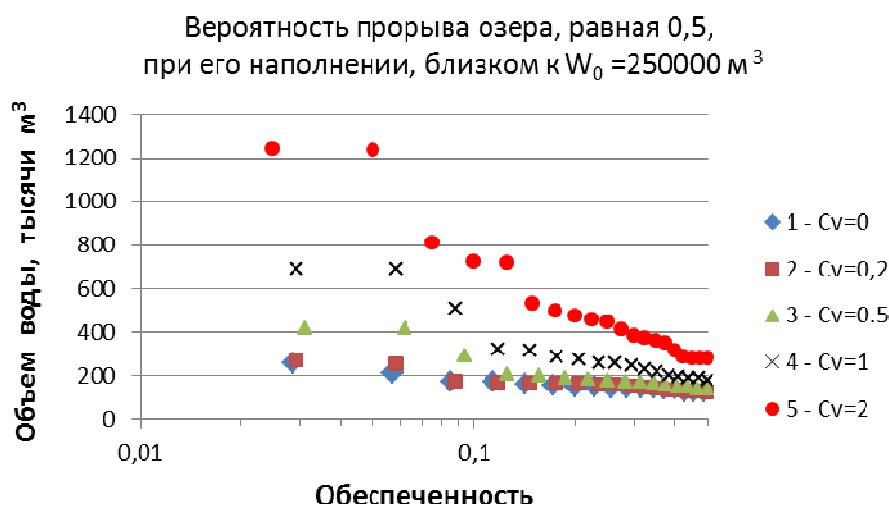


Рисунок 1 – Рассчитанные кривые распределения объемов воды W в результате возможного прорыва моренного озера №2 (бассейн р. Киши Алматы) с вероятностью $p^* = 0,5$ (желтый уровень опасности) при коэффициенте вариации $C_v(W) = 0$ (1 – значок синий); 0,2 (2 – значок коричневый); красный уровень опасности при больших $C_v(W) = 0,5$ (3 – зеленый); 1,0 (4 – черный); 2,0 (5 – красный)

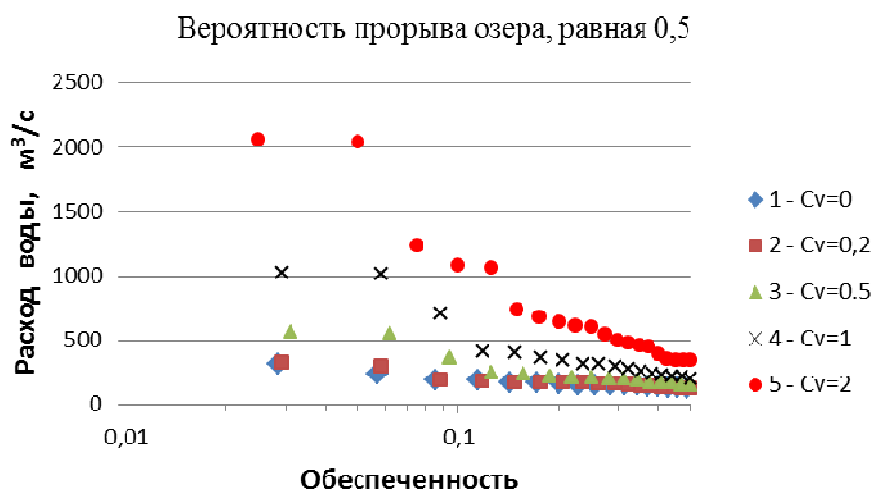


Рисунок 2 – Рассчитанные кривые распределения максимальных расходов воды Q_{\max} в результате возможного прорыва моренного озера №2 (бассейн р. Киши Алматы) с вероятностью $p^* = 0,5$ (желтый уровень опасности) при коэффициенте вариации: $C_v(W) = 0$ (1); 0,2 (2); красный уровень опасности при больших $C_v(W) = 0,5$ (3); 1,0 (4); 2,0 (5)

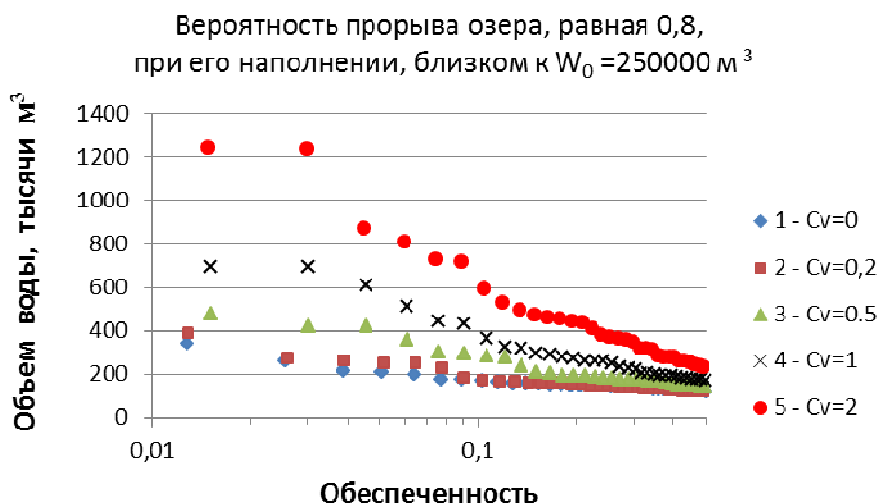


Рисунок 3 – Рассчитанные кривые распределения объемов воды (W) в результате возможного прорыва моренного озера №2 (бассейн р. Киши Алматы) с вероятностью $p^* = 0,8$ (красный уровень опасности) при коэффициенте вариации: $C_v(W) = 0$ (1); 0,2 (2); 0,5 (3); 1,0 (4); 2,0 (5)

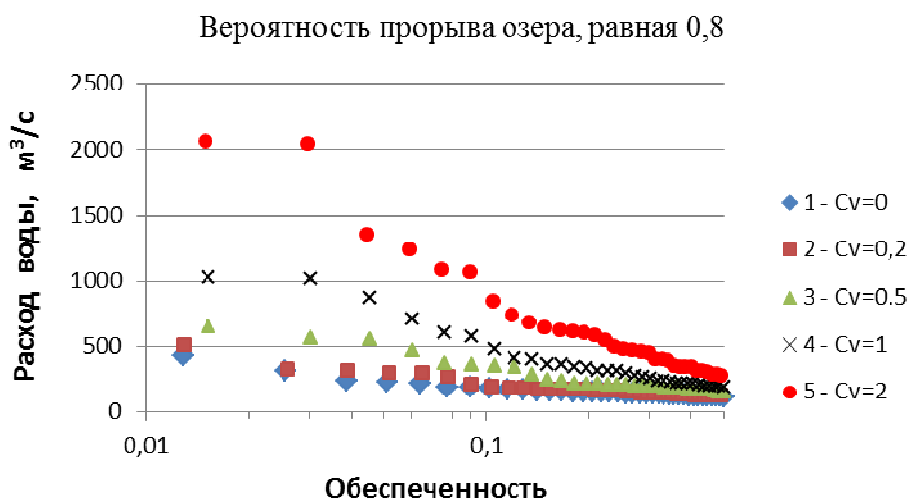


Рисунок 4 – Рассчитанные кривые распределения максимальных расходов воды Q_{\max} в результате возможного прорыва моренного озера №2 (бассейн р. Киши Алматы) с вероятностью $p^* = 0,8$ (красный уровень опасности) при коэффициенте вариации: $C_v(W) = 0$ (1); 0,2 (2); 0,5 (3); 1,0 (4); 2,0 (5)

При предельном наполнении моренного озера ($p^* = 0,8$ – красный уровень опасности) и $C_v = 0$ объем прорывного паводка с вероятностью $p = 0,1$ составит $163\,000 \text{ м}^3$ (см. рисунок 3), а максимальный расход воды такой же вероятности – $180 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. рисунок 4). Для красного уровня опасности ($p^* = 0,8$) при $C_v = 2,0$: $W_{0,1} = 600\,000 \text{ м}^3$ (см. рисунок 3), $Q_{\max 0,1} = 850 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. рисунок 4).

Фронтальная морена Туйыксу носит следы динамики оледенения в интервале абсолютных высот от 3400 до 3100 м с двумя основными ступенями. От гребня до подножия морены средний уклон равен 14° , хотя крутизна отдельных уступов достигает $30\text{--}36^\circ$. Поверхность фронтального склона, за исключением восточного участка, изрезана эрозионными бороздами, промоинами и ложбинами. На нижней ступени широко распространены замкнутые понижения, термокарстовые провалы. У подножия склона расположено большое количество выходов внутриморенных водотоков, которые по существу являются истоком р. Киши Алматы. Часть выходов обусловлена сбросом талых ледниковых вод суточного стаивания (прямой сток) и часть – зарегулированным стоком талых вод.

На поверхности верхней ступени расположен ряд озерных котловин (в том числе под номерами 1–3), часть из которых заполнена наносами. Гидрологические наблюдения включают в себя измерение уровней и температуры воды, расходов стока на отдельных моренных водотоках. Увеличение стока с ледников характеризуют расходы на участке озера №3 (рисунок 5, линия 2), при этом колебание расходов воды из озера №1 наименьшее (линия 1). Основная часть фильтрационной воды дренируется у подножия нижней ступени выходами 5–10 (пунктир 3). Максимальные расходы воды наблюдались лишь через день после максимума потепления, что объясняется особенностями прогрева, таяния и водоотдачи ледников.

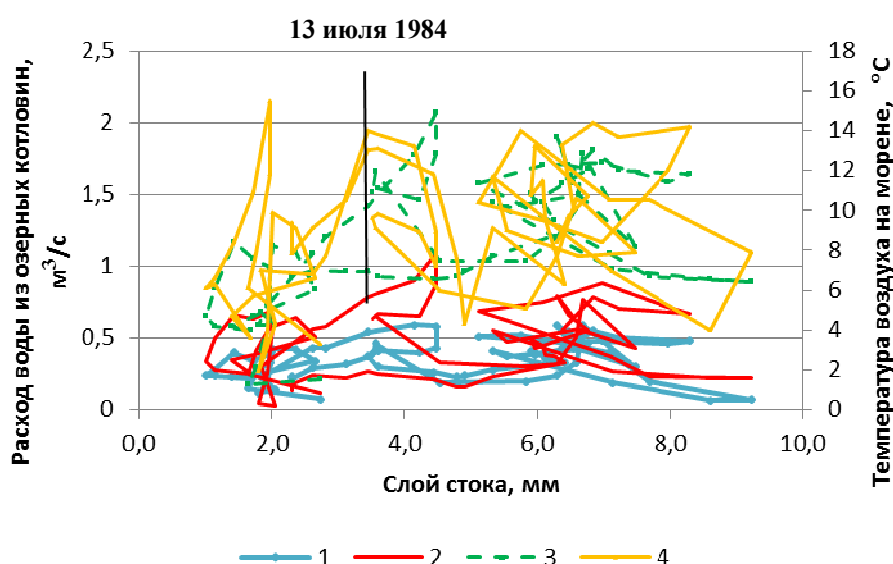


Рисунок 5 – Фазовый портрет состояния ледниково-моренного комплекса (с 21 июня по 1 сентября 1984 г.) при среднем слое стока в створе р. Киши Алматы – ур. Мынжылкы (площадь бассейна 20,6 км²), северный склон Иле Алатау:
1 – сток из озера №1; 2 – сток из озера №3; 3 – дренаж у подножия нижней ступени выходами 5–10; 4 – ход температуры воздуха на морене. Черная линия соответствует дате формирования селя 13 июля 1984 г.

Расходы воды в замыкающем створе и главная переменная – объем воды в бассейне (в конкретный момент времени складывается из запасов воды в сезонном снежном покрове, ледниках, рыхлообломочных горных породах, озерах и лужах, подземных геологических структурах, русловой сети), по мнению Ю. Б. Виноградова, являются координатами некоторого двухмерного абстрактного «фазового пространства». Фазовая траектория стока воды представляет собой петлю, хронологически направленную против часовой стрелки и растянутую вдоль оси абсцисс по слою стока на 8 мм (см. рисунок 5), что соответствует изменению слоя стока в 1965 г. для замыкающего створа ур. Мынжылкы. Вдоль оси ординат представлены расходы воды для разных объектов моренного комплекса (озера № 1 и 3, суммарный сток у подножия морены), которые были измерены в 1984 г. и изменялись до 2 м³/с. Нарушение общего внутригодового хода стока обратными петлями-выбросов (по часовой стрелке), которые соответствуют пикам паводков, указывают на высокую изменчивость гидрологических характеристик при суточном осреднении. Коэффициент вариации расходов воды из озера №1 составил 0,38, а из озера №3 он достиг 0,49. Причем изменчивость температуры воздуха на морене оценивается в 0,34.

По сведениям В. А. Голубовича, 13–14 июля 1984 года на фронтальном склоне нижней ступени Туйкхусской морены имели место селевые явления, вызванные обрушениями бортов селевой промоины (высота 6–8 м), где наблюдалось увеличение расходов воды до 2 м³/с. По результатам измерений (с использованием ГР-55 и ИРС-1) и вычислений основных характеристик селей: первая волна селевого потока (продолжительностью 29 мин) прошла объемом 6210 м³ и с максимальным расходом 4,7 м³/с (средняя плотность 1,63 т/м³); вторая волна наблюдалась через 33 мин (ее продолжительность 22 мин) объемом 6000 м³ и максимальным расходом 5,2 м³/с (плотность 1,76 т/м³).

На следующий день также во второй половине дня (16–18 ч) первой волной вынесено 7080 м³ при максимальном расходе селевого потока 5,2 м³/с (плотность 1,66 т/м³). Вторая волна сформировалась практически через час и ее продолжительность составила всего 10 мин (объем селя 1850 м³, его максимальный расход – 3,6 м³/с, плотность 1,45 т/м³).

Высота нулевой изотермы достигала 5150 м (13 июля) и 4800 м (14 июля), а среднесуточные значения температуры воздуха на морене – 14,0 и 13,2°C. Максимальные расходы воды с озера № 3 составили 2,08 и 2,38 м³/с соответственно.

В 2017 г. гляциальный селеопасный период наступил 16 июня (зеленый уровень опасности), когда наблюдался устойчивый положительный температурный фон (в дневное и ночное время) на МС «Мынжылкы». Высота нулевой изотермы находилась выше 4200 м над ур. м. Осадки выпадали преимущественно в жидком виде. 23 июня прогрев воздуха в высокогорном поясе резко увеличился, значительные осадки выпадали 25 июня и 27–29 июня. В этот период высота нулевой изотермы не опускалась ниже 3800 м. Было дано предупреждение о возможных опасных явлениях в горах Иле Алатау, в оперативном режиме проведены аэровизуальные наблюдения за состоянием наполнения моренных озер для оценки вероятности их прорыва (при $p^* = 0,5$ и $C_v \leq 0,2$ назначается желтый уровень опасности). По краткосрочному прогнозу (на 6–7 июля 2017 г.) экстремальные максимальные и минимальные температуры воздуха превысили аналогичные статистические величины в течение более трех дней. Высота нулевой изотермы находится в пределах 4500–5300 м [5].

Закключение:

1. С помощью разработанной стохастической модели возможного прорыва моренного озера можно под фактические характеристики накопленной воды в озере смоделировать объем прорывного паводка заданной вероятности и соответствующий максимальный расход воды.

2. В случае дальнейшего сохранения высокого температурного фона в высокогорном поясе (2017 г.) и резких изменений стока в моренно-ледниковом комплексе в зависимости от наполнения озер можно назначать разный уровень гляциальной селевой опасности (зеленый, желтый, красный) с указанием характеристик паводков (объема и максимального расхода) при вероятности 0,1–0,01.

Результаты исследования обсуждались на международной научно-практической конференции «Селевая безопасность: оценка, прогноз, защита» 22–25 августа 2017 г. (г. Алматы, Казахстан).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бижанов Н.К., Виноходов В.Н., Кулмаханов Ш.К., Нурланов М.Т., Попов Н.В. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1998. – 102 с.
- [2] Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 340 с.
- [3] Голубович В.А. Пути оценки вероятности участия моренных отложений в селеобразовании // Селевые потоки. – Алматы, 1985. – Сб. 9. – С. 143-149.
- [4] Медеу А.Р., Баймолдаев Т.А., Киренская Т.Л. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Антология селевых явлений и их исследования. – Алматы, 2016. – 576 с.
- [5] Таланов Е.А., Полякова С.Е., Кисебаев Д.К., Болатов К.М. Статистическая структура последовательности экстремальных атмосферных волн холода и тепла (на примере Иле Алатау) // Вопросы географии и геоэкологии. – 2017. – № 4. – С.19-26.

REFERENCES

- [1] Bizhanov N., Vinokhodov V., Kulmakhonov Sh., Nurlanov M., Popov N. Safety and control of glacial mudflows in Kazakhstan. Almaty: Science, 1998. 102 p. (in Rus.).
- [2] Vinogradov Yu., Vinogradova T. Mathematical Modeling in Hydrology: Textbook allowance for stud. institutions of higher prof. education. Moscow: Publishing Center "Academy", 2010. 340 p. (in Rus.).
- [3] Golubovich V. Ways of assessing the probability of morainic deposits in mudflow formation // Debris flow. Almaty, 1985. St. p. 9. P. 143-149 (in Rus.).
- [4] Medeu A., Baymoldaev T., Kirenskaya T. Mudflow phenomena of South-East Kazakhstan: Anthology of mudflow phenomena and their research. Almaty, 2016. 576 p. (in Rus.).
- [5] Talanov Ye., Polyakova S., Kisebaev D., Bolatov K. Statistical structure of the sequence of extreme atmospheric waves of cold and heat (on example of Ile Alatau) // Questions of geography and geoecology. 2017. N 4. P. 19-26 (in Rus.).

Е. А. Таланов¹, С. Е. Полякова², Қ. М. Болатов³,
Л. Н. Никифорова⁴, М. К. Касенов⁵, Д. К. Кисебаев⁶

¹Г.ғ.д., доцент, география және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының профессоры (әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

²Г.ғ.к., доцент, география және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының профессоры (әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

³Магистр, география және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының 2 оқу жылы докторанты (әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

⁴Гидрологиялық болжамдар басқармасының басшысы («Қазгидромет» РМК, Алматы, Қазақстан)

⁵Төтенше жағдайлардың алдын алу және қорғаныш құрылыстарын пайдалану бөлімінің басшысы («Қазселденқорғану» ММ ҚР ІІМ, Алматы, Қазақстан)

⁶География және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының магистранты (әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

КІШІ АЛМАТЫ ӨЗЕНІ БАССЕЙІНІНДЕГІ МОРЕНАЛЫҚ КӨЛДІҢ БҰЗЫЛУ ҚАТЕРІНДЕГІ ГЛЯЦИАЛЬДІ СЕЛ ҚАТЕРІНІҢ САНДЫҚ БАҒАЛАУЫ

Аннотация. Бұзылуы ықтималды мореналық көлдерді бақыланатын (мұздықтардан пайда болатын селдерге қатысты) категориясына жатқызады. Олардың жыл сайын бақылануы көл морфометриясы мен табиғи бөгеттердің жағдайы бойынша сандық ақпаратты алуға қол жеткізеді. Көл көлемінің бірқалыпты өсуі оның бұзылу ықтималдығының артуына себепші болады. Мореналық көлдің өмір сүру ұзақтығы (даму уақыты) табиғаттың стохастикалық мүмкіншіліктерінің жиынтығына тәуелді. Белгілі бір жылдағы судың ең көп мезгілдік көлеміндегі оның бұзылу ықтималдығын бағалау үшін мореналық көлдің стохастикалық модель параметрлері анықталды. Тұйықсу мұздығының соңындағы №2 мореналық көлдің бұзылуындағы (15 шілде 1973 ж.) көлем мен максимальді су өтімдері ықтималдықтарының таралу қисықтары үлгіленді.

Түйін сөздер: көл бұзылуының ықтималдығы, мореналық көл, гляциальді сел, су тасқыны көлемі, максимальді су шығыны.

Ye. A. Talanov¹, S. Ye. Polyakova², K. M. Bolatov³,
L. N. Nikiforova⁴, M. K. Kassenov⁵, D. K. Kisebayev⁶

¹Doctor of Geographical Sciences, docent, Professor of the Department of Meteorology and Hydrology of the Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

²Candidate of Geographical Sciences, docent, Professor of the Department of Meteorology and Hydrology of the Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

³Master of Science, second-year doctoral student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

⁴Head of hydrological forecasts department (RSE “Kazhydromet”, Almaty, Kazakhstan)

⁵Head of the Department of emergency preventions and protective structure operation (State Institution “Kazselezaschita” Committee of emergency situations Ministry of Internal Affairs, Almaty, Kazakhstan)

⁶Master degree student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF GLACIAL MUDFLOW RISKS IN A MORAINELAKE OUTBRAKE IN THE KISHY ALMATY RIVER BASSIN

Abstract. Moraine lakes, threatening a possible breakthrough, are classified as controlled (for mudflows of glacial origin). Their annual survey provides quantitative information on the morphometry of lakes and the state of natural dams. The presence of a constant increase in the volume of the lake indicates a growing probability of an outbreak. The life span (time of development) of the moraine lake depends on the totality of the stochastic possibilities of nature. The parameters of the stochastic model of the moraine lake outbreak are determined to assess the probability of its emptying at the largest seasonal volume of water in a particular year. The curves for the distribution of the probabilities of the volumes and maximum flood costs are modeled at the break of moraine lake N 2 at the end of the Tuyuksu glacier (July 15, 1973).

Keywords: probability of lake outbreak, Moraine Lake, glacial mudflow, flood volume, maximum water discharge.

Б. С. Степанов¹, Р. К. Яфязова²

¹Д.г.н., ведущий научный сотрудник (РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан)

²Д.т.н., ведущий научный сотрудник (РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан)

РОЛЬ ПОЛНОМАСШТАБНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В СТАНОВЛЕНИИ НОВОЙ СЕЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ

Аннотация. Приводятся описания экспериментов по воспроизведению искусственных селей на Чемолганском полигоне в 1972–1978 годах. Формирование селя осуществлялось путем регулируемого попуска воды из искусственного водохранилища емкостью 75 тыс. м³. Максимальный расход попуска мог достигать 100 м³/с. Во время экспериментов максимальный расход воды в шлюзе водохранилища составлял 30 м³/с, максимальный расход селя превышал 300 м³/с. Образование селя происходило в естественном селевом врезе, расположенном ниже водохранилища. Использовался комплекс селеметрической аппаратуры, особенностью которого являлось отсутствие механического контакта между селевым потоком и датчиками. Он включал в себя двухчастотный доплеровский измеритель поверхностной скорости потока и расстояния до его поверхности, что позволяло вычислять глубину потока; сейсмический измеритель расхода селя; квантовый магнитный градиентометр, позволяющий определять среднюю плотность селевой массы в объеме 300–500 м³.

По результатам экспериментов было установлено, что формирование плотной селевой массы происходит в результате взаимодействия сосредоточенного водного потока с рыхлообломочными породами, лежащими в русле. При этом преобладает эрозионно-сдвиговый селевой процесс. Деление селей на структурные и турбулентные носит условный характер, так как режим движения потоков меняется в процессе развития в зависимости от реологических свойств селевой массы, морфометрии пути движения и расходов селя.

Ключевые слова: искусственные сели, измерение характеристик селей, механика селей.

Введение. В 2017 г. исполнилось 45 лет со дня первого эксперимента по воспроизведению искусственного селевого потока в естественном селевом очаге на Чемолганском (ныне Шамалганском) полигоне Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ).

«Искусственность» заключалась только в способе получения водного потока, поступавшего в селевой очаг. Водный поток был создан попуском воды из водохранилища, образованного плотинной, разработанной и созданной коллективом работников СКБ завода «Казгеофизприбор» и отдела селевых потоков КазНИГМИ на месте прорана моренного озера, прорыв которого около 100 лет назад и привел к образованию селевого очага. С таким же успехом селя мог возникнуть и в результате выпадения мощного ливня на альпийских лугах в водосборе селевого очага. «Сам же процесс формирования селя ни в коей мере не может быть признан отличным от такового без участия человека» [1].

В результате экспериментов, выполнявшихся до проведения чемолганских экспериментов, отдельные поставленные вопросы нашли свое частичное решение. Отсутствие достоверных критериев подобия моделей реальному селевому процессу не позволяло использовать полученные результаты ни для познания закономерностей формирования и движения селей, ни для расчета их количественных характеристик. Настоятельно требовалось воспроизведение селевых потоков в натуральном масштабе, т.е. на 1–2 порядка превышающем масштабы предшествовавших опытов. Экспериментирование в таких масштабах позволяло выяснить механизмы вовлечения в селевой процесс валунно-глыбовых фракций рыхлообломочных селеформирующих пород, представляющих около половины их механического состава.

До проведения чемолганских экспериментов и прохождения селевого потока 15 июля 1973 г. на реке Малая Алматинка (ныне Киши Алматы), объем и плотность которого определены достаточно точно, большинство специалистов считало невозможным формирование грязекаменного селя большой плотности (более 2000 кг/м³) в результате взаимодействия водного потока с рыхлообломочными породами.

Основными задачами экспериментов являлись:

проверка гипотез о возможности формирования грязекаменных селей, гранулометрический состав твердого компонента селевой массы которых был представлен частицами от долей микрона до 10 м, при взаимодействии сосредоточенного водного потока с рыхлообломочными породами;

оценка критического расхода водного потока, при котором селеобразование носит стационарный характер;

оценка критического уклона селевого очага, при котором селеобразование носит стационарный характер;

получение данных о скорости распространения фронта селевого вала;

получение данных о балансе жидкого и твердого компонентов селевой массы на участках формирования и движения селей;

испытание бесконтактной селеметрической аппаратуры;

подробная киносъемка селевых процессов на различных их фазах;

оценка динамического давления на препятствия.

На проведение экспериментов, во время которых расход селя будет составлять сотни кубометров в секунду, было получено разрешение Правительства Казахской ССР.

Чемолганский полигон КазНИГМИ состоит из 5 участков (рисунок 1):

водохранилища;

главного селевого очага;

транзитного участка;

нижнего селевого очага;

зоны трансформации селя.

Емкость водохранилища оценена в 70–75 тыс. м³. Максимальный расход водных попусков мог достигать 80–100 м³/с при длительности попусков до 30 мин.

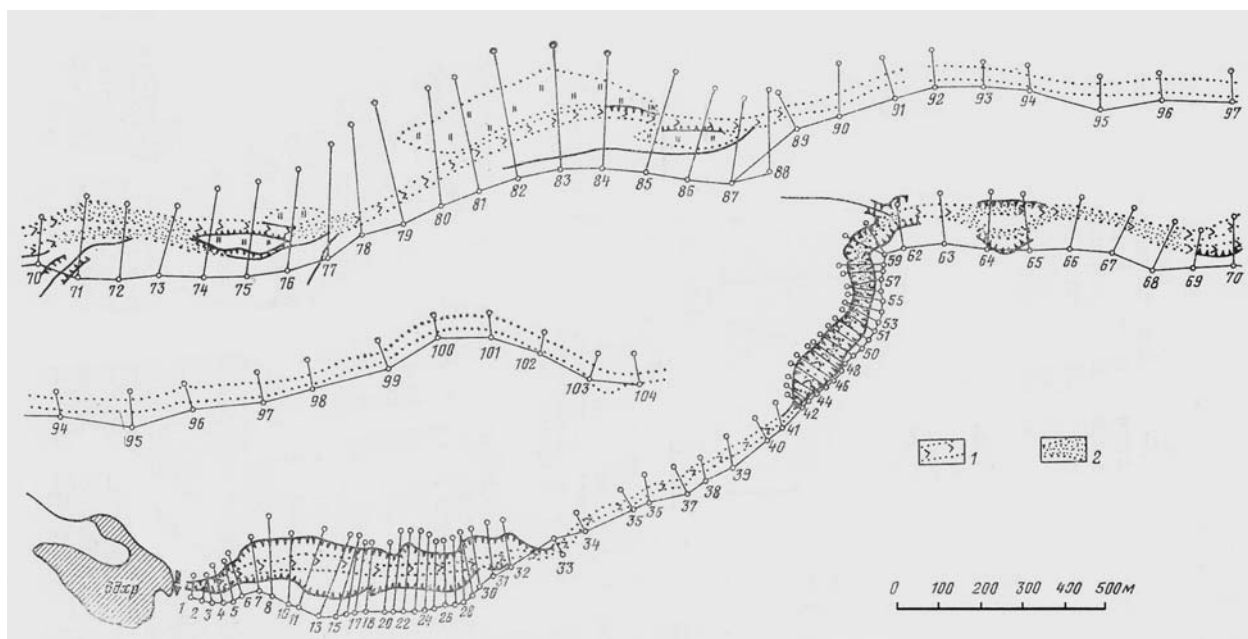


Рисунок 1 – Схема поперечных профилей и расположение участков размыва (1) и отложений (2) селевого потока в 1972 г. в бассейне р. Чемолган

Длина главного селевого очага по тальвегу составляла 930 м, площадь – 70 400 м², средняя глубина селевого очага – 45 м, максимальная – 75 м, наибольшая ширина селевого очага – 150 м, средний уклон по тальвегу – 16°, объем селевого очага – 3,17 млн м³. Гранулометрическая кривая селеформирующих пород селевого очага представлена на рисунке 2, физико-механические характеристики рыхлообломочных пород в естественном залегании – в таблицах 1 и 2 [2]. Петрографические и физические характеристики крупных обломков приведены в таблице 3.

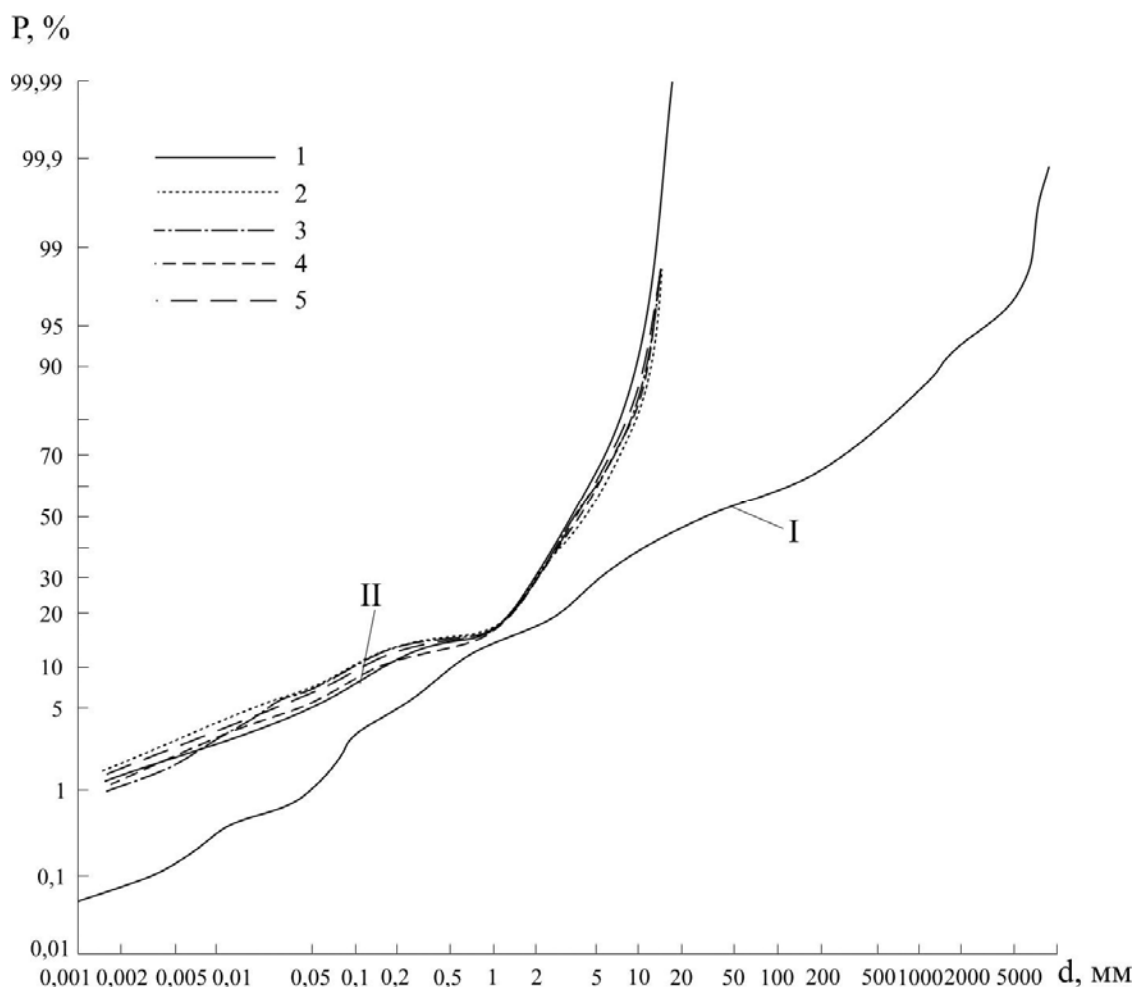


Рисунок 2 – Интегральные графики гранулометрического состава селеформирующих пород Чемолганского селевого очага:

- I – гранулометрический состав ПСМ;
- II – гранулометрический состав заполнителя основных селеформирующих грунтов;
 - 1 – аллювиально-пролювиальные, селевые грунты;
 - 2 – пролювиальные грунты боковых притоков;
 - 3 – верхнечетвертичные моренные грунты (верхний уступ);
 - 4 – делювиально-гравитационные и гравитационные (склоновые) грунты;
 - 5 – верхнечетвертичные моренные грунты (нижний уступ)

Транзитный участок, расположенный на высоте 2650–2500 м, представляет собой желоб, выработанный в коренных гранитоидных породах. Общая длина русла составляет 760 м при среднем уклоне 11,5°. На этом участке русла, обладающем малой шероховатостью и большой извилистостью, перемешивание селевой массы становится максимальным, вследствие чего отложение селевой массы (в том числе крупных частиц) практически не происходит. Это создает идеальные условия для оценки относительной скорости жидкого и твердого компонентов селевого потока.

На высоте 2484 м находится водопад общей высотой около 12 м, за которым расположен нижний селевой очаг, длина которого составляла 510 м, средний уклон его тальвега – 7,5°. Ниже этого селевого очага расположена зона трансформации селя, ширина которой в среднем была 150 м, длина – более 2,5 км, средний уклон – 5°. В этой зоне происходило отложение наиболее крупных фракций твердого компонента селевой массы, вызванное резким уменьшением глубины потока, обусловленное разливом селевой массы по широкому дну долины. Так как глубина потока становилась меньше размеров крупных фракций, действие на них архимедовой силы уменьшалось, а сила трения увеличивалась.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики рыхлообломочных пород

№ выработки	Объем вынутой породы, дм ³	Вес вынутой породы, кг	Влажность, %			Плотность грунта, кг/м ³	
			мелкозема (<2 мм)	обломков (>2 мм)	грунта в массиве	в естественном залегании	абсолютно сухого
Ш-1	1307	2672	12,0	0,6	3,6	2040	1970
Ш-2	1089	2440	15,6	0,6	4,0	2240	2150
Ш-5	7375	16 408	11,5	0,6	2,3	2200	2170
Ш-7	518	1162	8,8	0,6	2,9	2250	2190
Ш-6	892	1965	9,7	0,6	3,2	2200	2130

Таблица 2 – Гранулометрический состав рыхлообломочных пород в естественном залегании, %

№ выработки	Размер фракций, мм										
	1000-500	500-200	200-100	100-50	50-20	20-2	2-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,002	<0,002
Ш-1	2,3	20,0	7,1	6,7	5,9	30,7	24,8	1,5	0,5	0,3	0,2
Ш-2	2,2	15,4	3,0	5,6	5,9	44,2	21,3	1,8	0,1	0,1	0,4
Ш-5	8,7	50,3	9,5	1,8	1,9	10,2	14,7	1,8	0,5	0,3	0,3
Ш-7	10,4	16,8	6,6	5,8	5,9	26,0	26,5	1,6	0,2	0,1	0,1
Ш-6	11,0	5,1	1,6	4,4	5,8	43,6	26,2	1,7	0,2	0,3	0,1

Таблица 3 – Физические характеристики крупных обломков разного петрографического состава

Петрографические различия пород	Плотность обломков при естественной влажности, кг/м ³	Естественная влажность (по весу), %	Плотность, кг/м ³			Пористость, %
			абсолютно сухих обломков	вещества мелкозема	вещества по литературным данным	
Граниты	2540	0,6	2520	2700	2650	5
Диориты	2800	0,6	2780	2700	2900	4

Для определения характеристик селей использовался комплекс селеметрической аппаратуры, особенностью которого являлось отсутствие механического контакта между селевым потоком и датчиками. Он включал в себя:

двухчастотный доплеровский измеритель поверхностной скорости потока и расстояния до его поверхности, что в не размываемом русле позволяло вычислять глубину потока;

сейсмический измеритель расхода селя;

квантовый магнитный градиентометр (интерпретация данных, получаемых с его помощью, позволяла определять среднюю плотность селевой массы в объеме 300–500 м³).

Все способы бесконтактного измерения характеристик селей и оповещения о селевой опасности защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

На все способы и конструкции измерительных устройств были получены авторские свидетельства СССР на изобретения [3-5]. Кроме того, осуществлялась стереоскопическая фотосъемка поверхности селя, а также съемка 35-миллиметровыми цветными профессиональными кинокамерами, число которых в эксперименте 1972 г. составляло 16.

Измерительный комплекс располагался над транзитным руслом выше водопада, за которым начинался нижний селевой очаг. Поскольку русло было образовано в коренных породах, его характеристики оставались практически неизменными на протяжении всех экспериментов, осуществлявшихся в 1972, 1973, 1975, 1976 и 1978 гг.

Эксперименты по воспроизведению искусственных селей. Первый эксперимент на Чемолганском полигоне начался в 12 ч 15 мин 27 августа 1972 г. при уровне заполнения водохранилища

3,06 м, что соответствовало объему накопленной воды 42 тыс. м³. На открытие затворов плотины было затрачено 2 мин, на закрытие – 4 мин 15 с, истечение воды при полностью открытых затворах длилось 12 мин 15 с. На момент закрытия затворов уровень воды в водохранилище понизился на 0,4 м.

Пространственное перераспределение объема рыхлообломочных пород, в ходе их вовлечения в селевой процесс и отложения твердого компонента при деградации селя на относительно малых уклонах, рассчитывалось на основе данных топографических измерений, которыми было охвачено 4,6 км селевого очага, русла и поля выноса. Нивелирование проводилось на 84 поперечных профилях, из которых 28 были расположены в селевом очаге, 10 – в русле реки, 19 – в нижнем селевом очаге и 27 – на поле выноса. Установлено, что из селевого очага вынесено 24,2 тыс. м³ рыхлообломочных пород. Около 50 % объема пород вовлечены до 15-го поперечника, ниже его интенсивность вовлечения рыхлообломочных пород в селеобразование уменьшалась. Увеличение объема селевого потока происходило до 47 поперечного профиля, после чего произошло значительное отложение селевой массы. Ниже 62-го поперечного профиля объем селя возрастал или уменьшался, однако до 78-го профиля преобладало отложение селевой массы. В дальнейшем, до 88 профиля, объем селя повышался. Ниже 88-го профиля на протяжении 6 км отложения визуально имели вид, типичный для грязекаменных селей Иле Алатау. Было определено, что изменение уклона русла на этом участке носило знакопеременный характер на фоне общего незначительного уменьшения уклона долины. Вовлечение рыхлообломочных пород в селевой процесс происходило на участках сужения русла, отложение – в местах расширения поймы, на поворотах и разветвлениях русла.

Полученные данные позволяют предположить, что вовлечение или отложение твердого компонента селевой массы определялось энергией потока, которая возрастала с ростом его глубины с одновременным повышением скорости. Средняя плотность селевой массы оценена в 2070 кг/м³.

В процессе подготовки к проведению первого эксперимента по воспроизведению искусственного селя в донной части главного селевого очага в целях определения гранулометрического состава и плотности селеформирующих пород в условиях природного залегания был пройден семиметровый шурф.

После завершения этих работ в шурфе была установлена труба диаметром 0,2 м, которая в комплексе с измерительным и регистрирующим устройствами предназначалась для контроля за уровнем грунтовых вод. Это устройство должно было подтвердить гипотезу, в соответствии с которой «... поступление прорывной волны достаточной мощности в очаг локального селеобразования приводит к затоплению рыхлообломочных отложений. Вибрационные сотрясения, вызванные прохождением прорывной волны, разрушают жесткие связи затопленного грунта. В этом случае возникшие напряжения воспринимаются водой и песчано-глинистым заполнителем, что приводит к потере равновесия рыхлообломочных пород и массовому вовлечению их в поток. При продвижении вниз по крутопадающему руслу происходит перемешивание воды и грунта и создается поток грязекаменной селевой массы» [6].

Обсуждение результатов и выводы. Первый же эксперимент в 1972 г. сорвал покров таинственности с одного из сложнейших и интереснейших природных процессов. Селевой вал достиг створа, в котором измерялся уровень грунтовых вод раньше, чем были отмечены какие-либо изменения в уровне грунтовых вод. А поскольку плотность селевой массы в этом створе составляла 2300–2400 кг/м³, вывод был однозначным: формирование плотной селевой массы является результатом взаимодействия сосредоточенного водного потока с рыхлообломочными породами, вмещающими русло.

Наиболее мощный искусственный сель был воспроизведен в 1975 г. Изменение уровня воды в водохранилище и гидрографы водных попусков приведены на рисунке 3.

Изменение во времени расхода селя 1975 г. показано на рисунке 4. На этом же рисунке приведены данные об изменении магнитного поля, создаваемого твердым компонентом селевой массы, интерпретация которого совместно с информацией о размере и форме сечения потока в створе наблюдения позволяет оценить изменение плотности селевой массы. Некоторые данные о плотности селевой массы представлены на этом же рисунке.

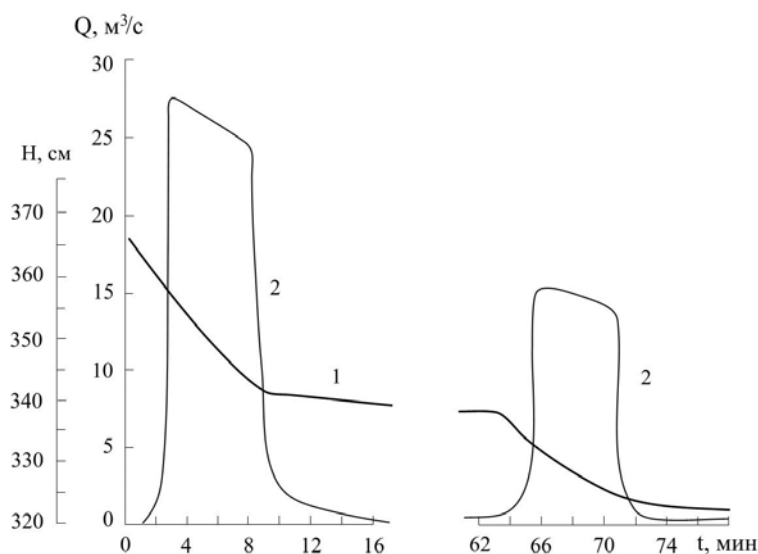


Рисунок 3 – Уровень воды в водохранилище (1) и гидрограф попусков воды из водохранилища (2)

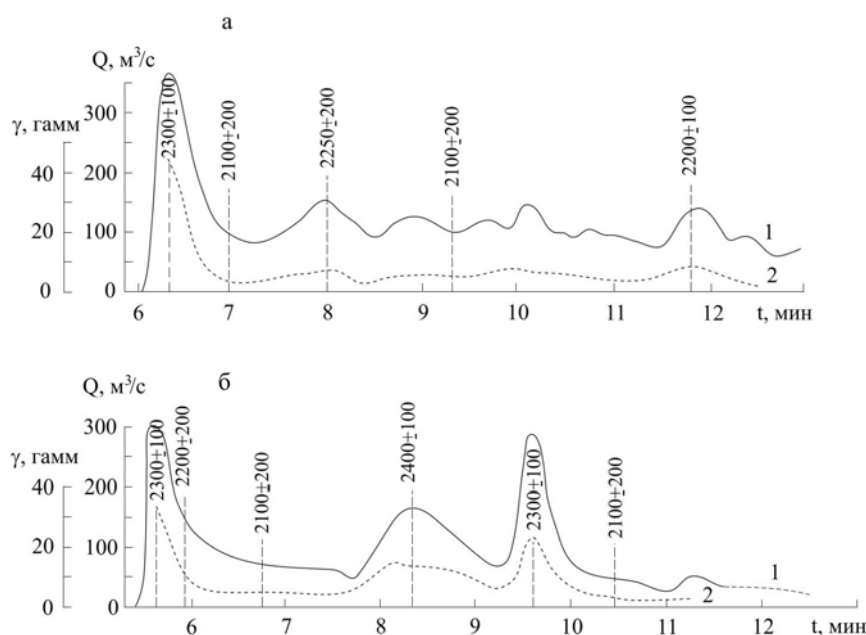


Рисунок 4 – Изменение расхода селевого потока (1) и напряженности магнитного поля во времени (2).
а – первый водный попуск; б – второй водный попуск

Как заметил впоследствии Ю. Б. Виноградов, «... в результате проведения экспериментов несколько модернизировались и взгляды автора, который ранее предполагал развитие в селевых очагах типа Мало-Алматинского, Чимбулакского и Чемолганского сдвигового селевого процесса, а не эрозионно-сдвигового, как это оказалось на самом деле» [1].

Данные экспериментов на Чемолганском полигоне, впоследствии подтвержденные результатами анализа следов прохождения катастрофических селей в различных регионах страны, свидетельствуют о том, что вещественный состав потоков в процессе селеформирования может изменяться в широких пределах: от воды до селевой массы, в которой объемное содержание воды не превышает $(6 \pm 1) \%$. При этом реологические свойства селевой массы качественно изменяются: если вода является вязкой жидкостью, то плотная селевая масса, как правило, обладает ярко выраженными вязкопластическими свойствами.

Стало очевидным, что деление селей на структурные (ламинарные) и турбулентные носит условный характер, ибо режим движения потоков определяется не генезисом селей, а реологическими свойствами селевой массы, морфометрией пути движения селей, их расходом.

Обработка результатов определения характеристик селей показала, что плотность селевой массы является сложной функцией уклона русла, его длины, вещественного состава селеформирующих пород, степени их консолидации и увлажнения и т.д. Это обстоятельство породило ряд принципиально важных вопросов, возникающих при проведении расчетов характеристик селей в целях обоснования селезащитных мероприятий.

Одним из них был вопрос о характере течения селевых процессов при изменении морфометрических характеристик пути движения селей, в частности будет ли селевая масса и далее обогащаться рыхлообломочными породами либо произойдет ее частичный распад, либо остановка. Первостепенная практическая значимость обоснованности ответа на этот вопрос послужила толчком для развития нового направления в изучении селевых явлений – разработки теории существования селевой массы (ключевого элемента теории трансформации характеристик селей).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Виноградов Ю.Б. Искусственное воспроизведение селевых потоков на экспериментальном полигоне в бассейне р. Чемолган // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1976. – № 1. – С. 3-6.
- [2] Вардугин В.Н. Основные физико-механические свойства селеформирующих грунтов и селевых отложений в бассейне р. Чемолган // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоздат, 1976. – № 1. – С. 25-34.
- [3] А.с. 539220 СССР, М.Кл.2 G 01 F 1/66. Способ измерения расхода водных, водных наносонесущих и селевых потоков в необорудованных руслах / Ю.Б. Виноградов, В.А. Красюков, Б.С. Степанов (СССР) / №2127532/10; Заявлено 17.04.75; Опубл. 15.12.76; Бюл. № 46.
- [4] А. с. 623136 СССР, М.Кл.2 G 01 N 9/00. Способ измерения плотности селевых потоков / Б.С. Степанов, Т.С. Степанова (СССР) / №2400770/18-25; Заявлено 23.08.76; Опубл. 05.09.78; Бюл. № 33.
- [5] А. с. 698505 СССР, М.Кл.2 G 01 S 9/04. Допплеровский измеритель дальности / Б.С. Степанов, В.М. Силлер, П.И. Коваленко, В.А. Красюков (СССР) / № 2585600/18-09; Заявлено 01.03.78.
- [6] Хонин Р.В. Характеристики и распространение очагов селеобразования на северном склоне Зайлийского Алатау // Труды КазНИГМИ. – Алма-Ата, 1971. – Вып. 51. – С. 57-66.

REFERENCES

- [1] Vinogradov Yu.B. Artificial debris flows at the experimental site in the basin of the Chemolgan river // Debris flows. M.: Gidrometeoizdat, 1976. N 1. P. 3-6 (in Rus.).
- [2] Vardugin V.N. Вардугин В.Н. Basic physical and mechanical properties of debris flow forming grounds and debris flow depositions in the basin of the Chemolgan river // Debris flows. M.: Gidrometeoizdat, 1976. N 1. P. 25-34 (in Rus.).
- [3] C. a. 539220 USSR, M.Kl.2 G 01 F 1/66. Method for measuring the flow rate of water, water nano-bearing and mudflow flows in unequipped channels / Yu.B. Vinogradov, V.A. Krasnyukov, B.S. Stepanov (USSR) / N 2127532/10; Declared 17.04.75; Publ. 15.12.76; Bul. N 46 (in Rus.).
- [4] C. a. 623136 USSR, M.Kl.2 G 01 N 9/00. Method for measuring the density of debris flows / B.S. Stepanov, T.S. Stepanova (USSR) / N 2400770/18-25; Declared 23.08.76; Publ. 05.09.78; Bul. N 33 (in Rus.).
- [5] C. a. 698505 USSR, M.Kl.2 G 01 S 9/04. Doppler range meter / B.S. Stepanov, V.M. Siller, P.I. Kovalenko, V.A. Krasnyukov (USSR) / N 2585600/18-09; Declared 01.03.78 (in Rus.).
- [6] Khonin R.V. Characteristics and distribution of debris flow on the northern slope of the Zailiyskiy Alatau // Proceedings KazSIGMI. Alma-Ata, 1971. Issue 51. P. 57-66 (in Rus.).

Б. С. Степанов¹, Р. К. Яфязова²

¹Г.ғ.д., жетекші ғылыми қызметкер («Қазгидромет» РММ, Алматы, Қазақстан)

²Т.ғ.д., жетекші ғылыми қызметкер («Қазгидромет» РММ, Алматы, Қазақстан)

ЖАҢА СЕЛДІК ПАРАДИГМАНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫНДАҒЫ ТОЛЫҚ АУҚЫМДЫ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРДІҢ РОЛІ

Аннотация. 1972–1978 жылдарда Шамалған полигонында жасанды селдер жасап көру эксперименттерінің сипаттамасы келдіріледі. Селді қалыптастыру сыйымдылығы 75 мың м³ болатын жасанды су бөгенінен суды реттеулі түрде жіберіп отыру арқылы жүзеге асырылды. Су жіберудің максимумдық шығыны 100 м³/с жетті. Эксперимент барысында су бөгенінің шлюзіндегі максимумдық шығын 30 м³/с құраса, селдің

максимумдық шығыны $300 \text{ м}^3/\text{с}$ -тен жоғары болды. Сел су бөгенінен төмен орналасқан табиғи селдік жырындыда қалыптастырылды. Сел өлшегіш аппаратура кешені қолданылды, оның ерекшелігі сел ағыны мен датчиктер арасындағы механикалық байланыстың болмауында. Ол ағын тереңдігін өлшеуге мүмкіндік беретін ағын бетінің жылдамдығы мен оның бетіне дейінгі қашықтықты анықтайтын екіжиілікті доплерлік өлшегішті; сел шығынын сейсмикалық өлшегішті; көлемі $300\text{--}500 \text{ м}^3$ болатын сел массасының орташа тығыздығын анықтауға мүмкіндік беретін кванттық магниттік градиентометрді қамтиды.

Эксперименттер қорытындысында тығыз сел массасы бағытталған су ағынының арнада жатқан борпылдақ кесек тау жынысымен өзара байланысы нәтижесінде қалыптасатыны анықталды. Бұл жағдайда эрозиялық-ығысу селдік процесі басым болады. Селдердің жіктелік және турбуленттілік болып бөлінуі шартты түрде ғана, себебі ағын қозғалысының режимі даму барысында сел массасының реологиялық қасиеттеріне, қозғалу жолының морфометриясына және сел шығындарына байланысты өзгереді.

Түйін сөздер: жасанды селдер, сел сипаттамаларын өлшеу, селдер механикасы.

B. S. Stepanov¹, R. K. Yafyasova²

¹Doctor of geographical science, leading research worker («Kazhydromet» RSE, Almaty, Kazakhstan)

²Doctor of technical science, leading research worker («Kazhydromet» RSE, Almaty, Kazakhstan)

THE ROLE OF FULL-SCALE EXPERIMENTS IN THE FORMATION OF THE NEW DEBRIS FLOW PARADIGM

Abstract. Descriptions of experiments on artificial debris flows at the Chemolgan test site in 1972–1978 are given. The formation of debris flow was carried out by a controlled release of water from an artificial reservoir with capacity 75 thousand м^3 . The maximum discharge rate could reach $100 \text{ м}^3/\text{с}$. During the experiments the maximum water discharge was $30 \text{ м}^3/\text{с}$, the maximum discharge of debris flow exceeded $300 \text{ м}^3/\text{с}$. The formation of mudflow occurred in a natural channel below the reservoir. A complex equipment was used for measuring debris flow characteristics, the feature of which was the absence of mechanical contact with the debris flow. It included a two-frequency Doppler meter of the surface flow velocity and distance to its surface, which made it possible to calculate the depth of the flow; seismic flow meter; a quantum magnetic gradiometer that makes it possible to determine the average flow density in a volume of $300\text{--}500 \text{ м}^3$.

According to the results of the experiments, it was found that the formation of a dense debris flow mass occurs as a result of the interaction of a concentrated water stream with loose rocks lying in the channel. In this case, the erosion-shear mudflow process prevails. The division of debris flows into structural and turbulent types is conditional, since the flow regime changes in the course of development, depending on the rheological properties of the debris flow mass, the morphometry of the path of movement and the discharge of debris flow.

Keywords: artificial debris flows, measurement of debris flow characteristics, debris flow mechanics.

УДК 556.01+504.4.062.2 (574)

**А. Р. Медеу¹, И. М. Мальковский², Л. С. Толеубаева³, А. З. Таиров⁴, Т. Е. Сорокина⁴,
Е. М. Пузиков⁵, М. В. Долбешкин⁵, Р. Д. Поветкин⁵, Д. У. Абдибеков⁶, А. Толекова⁵**

¹Академик НАН РК, директор (Институт географии, Алматы, Казахстан)

²К.т.н., д.г.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования, научный руководитель направления «водные ресурсы» (Институт географии, Алматы, Казахстан)

³Д.г.н., руководитель лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁴К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁵Магистр, научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁶Докторант PhD, научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН НА ПЕРИОД ДО 2050 ГОДА

Аннотация. В статье приводятся результаты НИР «Водная безопасность Республики Казахстан – стратегия устойчивого водообеспечения», полученные в период 2015-2017 гг. по подпрограмме «Стратегия устойчивого водообеспечения Республики Казахстан на период до 2050 г.».

На основании общей теории безопасности жизнедеятельности разработана концепция водной безопасности, формулирующая видение решения проблемы дефицита воды в Казахстане и отличающаяся от принятой в международной практике трактовки водной безопасности как характеристики межгосударственных водных отношений. Разработана имитационная модель анализа и прогноза сценариев водообеспечения природно-хозяйственных систем с выявлением дефицитов и избытков воды на расчетные этапы развития как основы выработки мероприятий по их сбалансированию. Разработана инновационная стратегия развития национального водохозяйственного комплекса республики, нацеленная на обоснование принципиальных долговременных решений в ответ на неучтенные в Генсхеме комплексного использования и охраны водных ресурсов климатические и трансграничные водные угрозы РК.

Ключевые слова: национальный водохозяйственный комплекс Республики Казахстан, имитационное моделирование, сценарий, водная безопасность, водообеспеченность, Трансказахстанский канал, переброски речного стока

Введение. Целью исследования явилась разработка научно обоснованных концептуальных основ обеспечения водной безопасности Республики Казахстан; прогнозных сценариев водообеспечения природно-хозяйственных систем с оценкой по критериям водной безопасности; комплекса стратегических мероприятий по увеличению ресурсов поверхностных вод.

Исследования проводились лабораторией водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования и включали следующие задачи:

1. Разработка концепции водной безопасности РК и ретроспективный анализ водообеспеченности бассейновых природно-хозяйственных систем и административно-территориальных областей.

2. Разработка прогнозных сценариев водообеспечения бассейновых природно-хозяйственных систем и административно-территориальных областей на расчетные уровни развития.

3. Обоснование стратегических решений по управлению ресурсами поверхностных вод с оценкой по критериям водной безопасности.

Постановка проблемы. В настоящее время все большее число стран разрабатывает и принимает долгосрочные стратегии развития на полвека вперед. 2050 год – реальный срок, на который сегодня ориентируется мировое сообщество [1-8]. Вода – крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание водоисточниками становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете [8].

Стратегия водной безопасности формулирует видение решения проблем дефицита воды в Казахстане в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений водных ресурсов, в том числе определяет основные угрозы и вызовы, стратегические направления, цели, задачи и ожидаемые результаты долгосрочной программы устойчивого водообеспечения республики.

Исходными данными для выполнения НИР послужили Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан (2016 г.); монография «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление» (в 30 томах, 2012 г.); фондовые материалы, а также отчеты о результатах экспедиционных исследований Института географии.

Обоснование необходимости проведения НИР. Водные ресурсы Казахстана ограничены, неравномерно распределены в пространстве и времени, в значительной мере загрязнены. Почти половину возобновляемых водных ресурсов страны составляет неконтролируемый трансграничный сток. Значительная часть водных ресурсов является неотъемлемым компонентом окружающей природной среды.

Разработка концепции водной безопасности РК и ретроспективный анализ водообеспеченности бассейновых природно-хозяйственных систем и административно-территориальных областей [1-16]

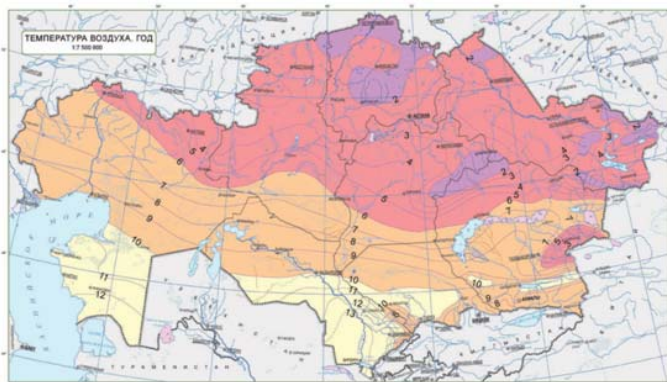
Разработаны концептуальные основы обеспечения водной безопасности Республики Казахстан [11-13]. Под водной безопасностью понимается состояние защищенности жизненно важных интересов общества (здоровья людей, среды обитания, производства) от гидрологических угроз: водообусловленных природных и антропогенных явлений и процессов, а также свойств водных объектов, способных в определенных условиях причинить ущерб обществу (рисунок 1).



Проблема водной безопасности в условиях ограниченности и уязвимости водных ресурсов рассматривается как компонент национальной безопасности, в том числе общественная, экономическая и экологическая безопасности.

Рисунок 1 – Гидрологические угрозы: причины и следствия

Основными угрозами и вызовами в области водообеспечения являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, использование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения. Следствиями реализации водных опасностей могут стать обострение межгосударственных водных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития (рисунки 2–9).



Основными угрозами и вызовами в области водообеспечения в странах Центральной Азии являются глобальные и региональные изменения климата. На территории Казахстана ожидается дальнейшее повышение температуры приземного воздуха во все месяцы года на 0,8–1,2°C к 2035 г., а также изменения среднемноголетнего годового количества осадков на 1–3% к 2035 г.

Следствиями реализации климатических угроз могут стать обострение межгосударственных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития.

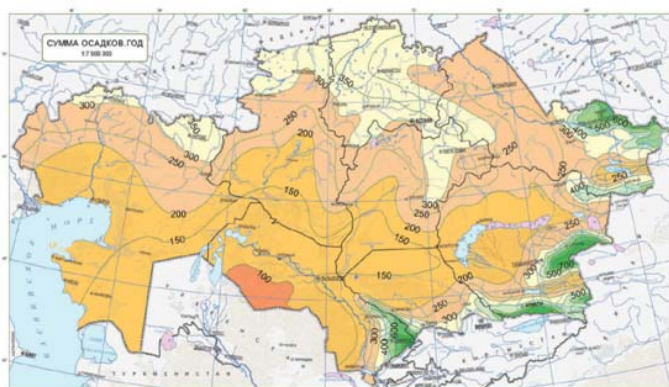
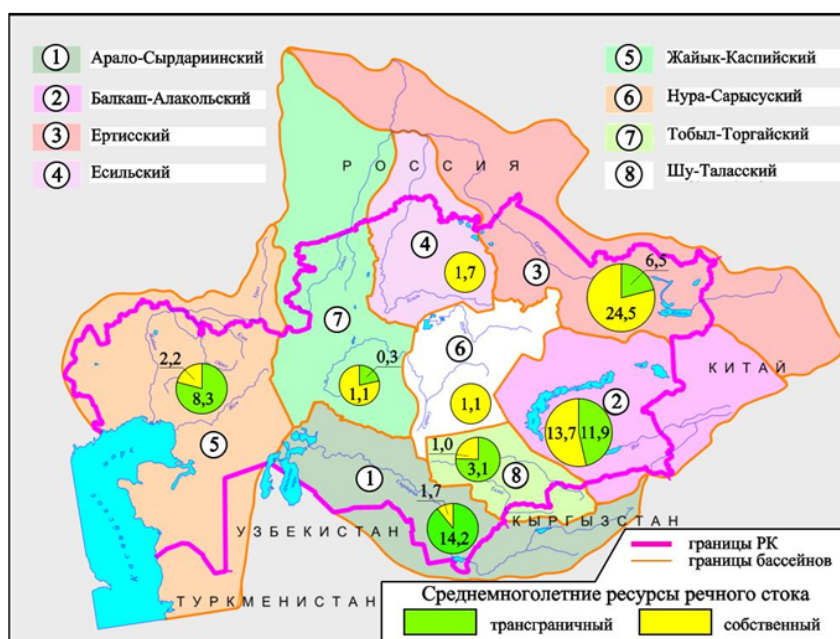


Рисунок 2 – Угрозы изменения климата



Вследствие невыгодного географического положения в низовьях рек трансграничных бассейнов Республика Казахстан в значительной степени зависит от водохозяйственной деятельности в сопредельных странах - Китая, Узбекистана, Кыргызстана, России. Наиболее зависимы от трансграничного стока Арало-Сырдаринская (89%), Жайык-Каспийская (79%), Шу-Таласская (76%) природно-хозяйственные системы.

Рисунок 3 – Трансграничные водно-ресурсные угрозы

Оценка водопотребления в отраслях экономики (%)



Острота проблемы водобеспечения Республики Казахстан связана с использованием водозатратных технологий и несовершенством технических средств водорегулирования и водораспределения. Поливная вода используется в чрезмерно завышенных нормах и нерационально: средняя оросительная норма составляет от 9,5 до 10,5 тыс. тыс. м³/га, а на рисовых полях достигает 36,0 тыс. м³/га. КПД оросительных систем не превышает 0,45-0,55, что означает сверхнормативную потерю воды 1,5-3,0 тыс. м³ на каждый гектар.

Рисунок 6 – Водохозяйственные угрозы

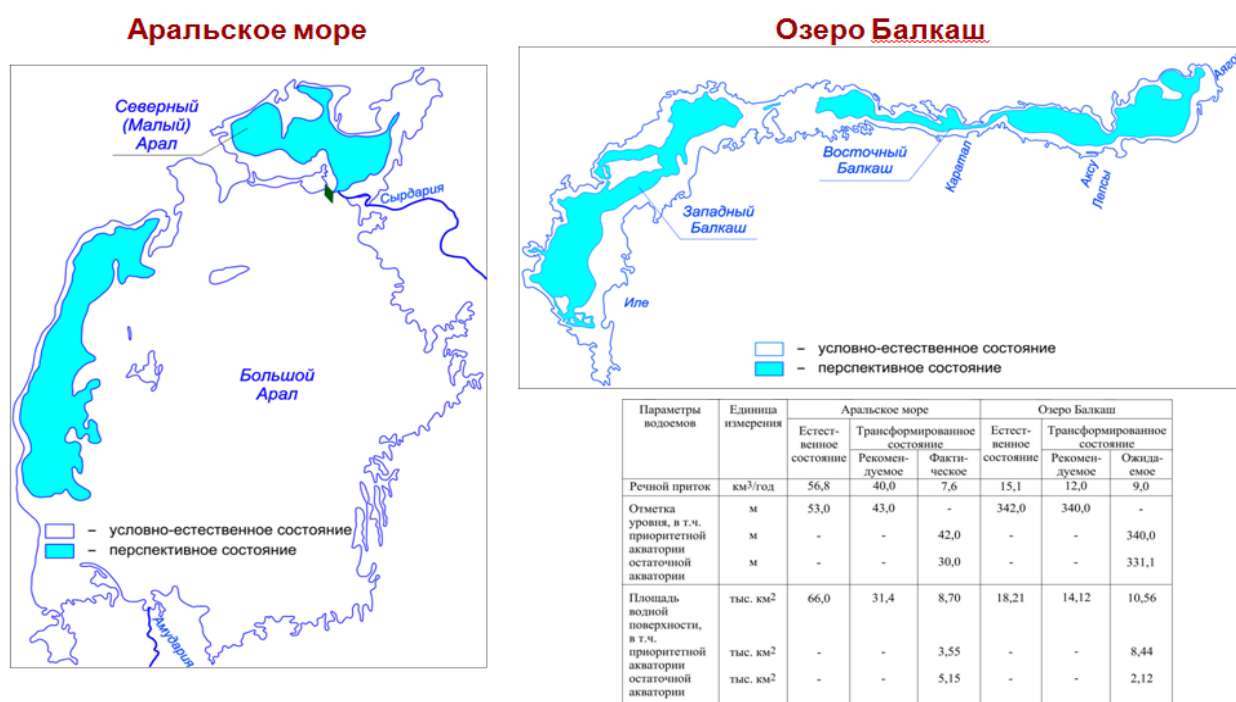


Развитие неблагоприятных климатических и антропогенных водно-ресурсных ситуаций создает реальную угрозу возникновения новых зон экологической нестабильности в ряде речных трансграничных бассейнов Казахстана, в том числе проявляемых на кризисном и катастрофическом уровнях в Иле-Балкашском, Жайык-Каспийском, Арало-Сырдаринском бассейнах.

Рисунок 7 – Водно-экологические угрозы

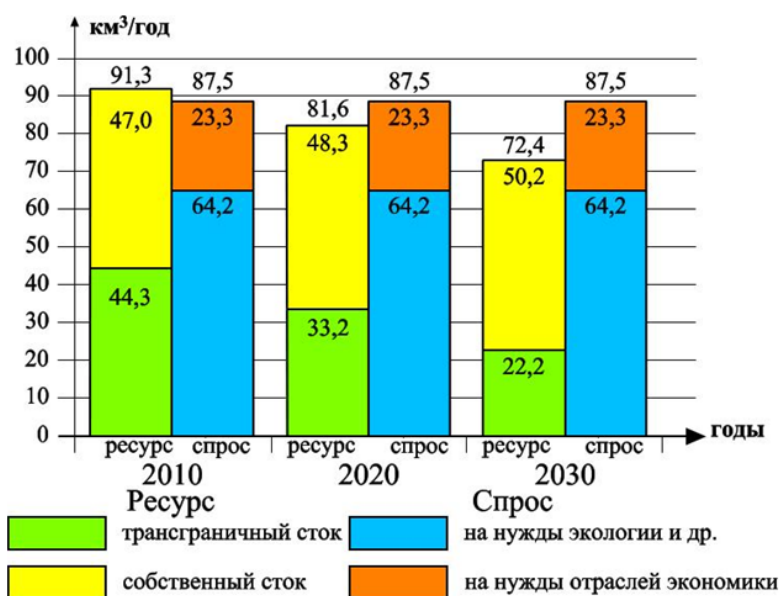
«общество – водная среда». Критерии водобеспеченности трактуются как показатели удовлетворения спроса на водные ресурсы населения, хозяйства и природных объектов без ущерба ресурсообразующих функций водной системы. Критерий нарушенности речного стока отражает степень антропогенного преобразования речного стока как наиболее утилизируемого природного ресурса, в решающей мере определяющего состояние природно-хозяйственных систем. Критерий гидрологического риска учитывает объективное существование фактора неопределенности при удовлетворении спроса на воду ПХС, обусловленного вероятностной изменчивостью речного стока и неконтролируемой хозяйственной деятельностью. Разработанные критерии являются необходимыми, но недостаточными для принятия решений в задачах управления ресурсами речного стока в природно-хозяйственных системах.

Управление водными ресурсами трактуется как целенаправленное воздействие субъекта управления на объект управления для перевода его в состояние, необходимое для достижения цели. Под субъектом управления водными ресурсами Республики Казахстан понимается система государственных управленческих органов, по соподчиненности разделяемая на уровни: межгосударственный, бассейновый и территориальный. Властные функции субъекта управления реализуются в организационно-распорядительных, экономических и морально-этических рычагах воздействия на объект управления – Национальный водохозяйственный комплекс (НВХК) и его узловое звено – систему водобеспечения (СВО) Республики Казахстан (рисунок 12) [11-13, 16].



Вследствие сокращения трансграничного стока р. Иле озеро Балкаш может повторить судьбу Арала

Рисунок 8 – Балкаш – угроза повторения Арала



В перспективе суммарное водопотребление в республике стабилизируется и не будет превышать уровня 2010 г. Развитие водоемких отраслей производства будет происходить за счет интенсификации использования водных ресурсов. В целом по республике ожидается дефицит водных ресурсов в объеме 5,9 км³/год в 2020 г. и 15,1 км³/год в 2030 г. за счет сокращения трансграничного стока.

Рисунок 9 – Угроза формирования дефицита воды



Определены два пути (две группы) мероприятий для устранения дефицита воды в республике: снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды. Первая группа предусматривает реализацию мероприятий по уменьшению темпов развития основных водопотребителей и использованию современных технологий для сокращения потребления пресной воды в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Вторая группа предполагает увеличение располагаемых для использования водных ресурсов за счет регулирования речного стока; использования запасов подземных пресных вод; опреснения соленых и солоноватых вод; территориального перераспределения водных ресурсов.

Рисунок 10 – Пути устранения дефицита воды

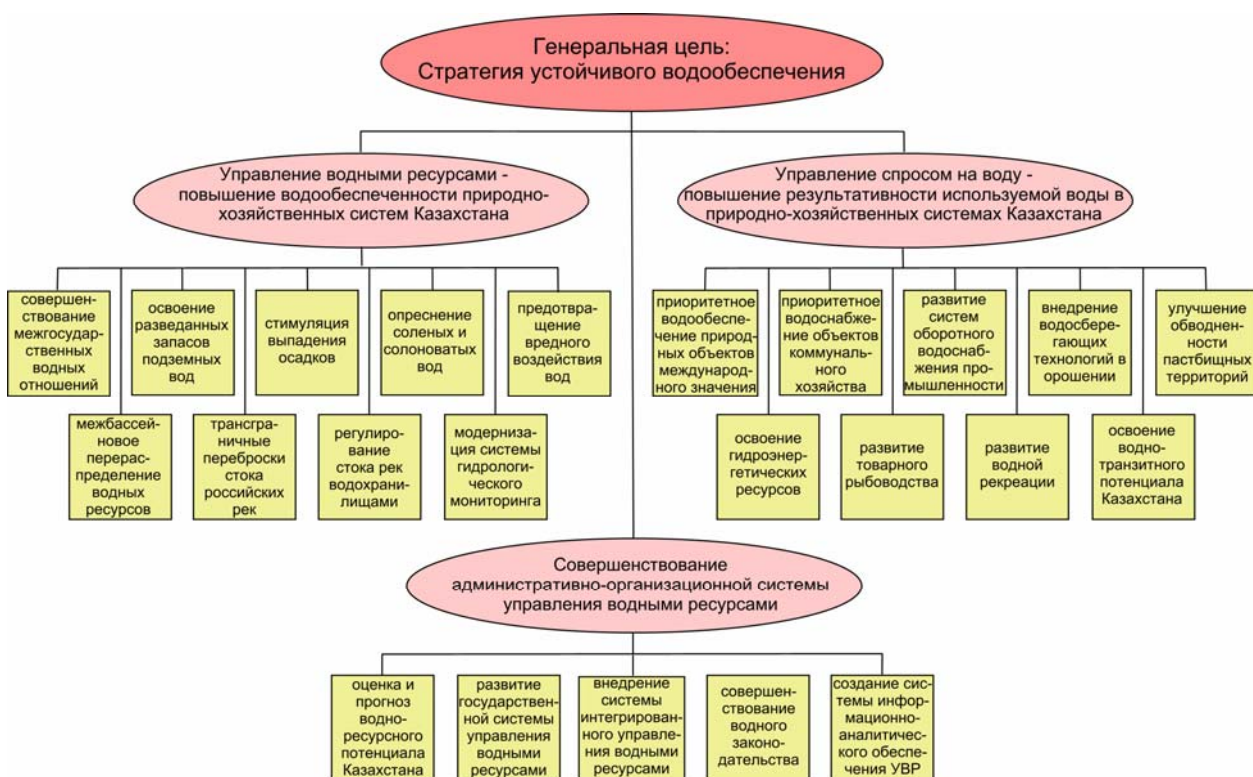


Рисунок 11 – Водная безопасность Республики Казахстан – стратегия устойчивого водообеспечения (система целей)

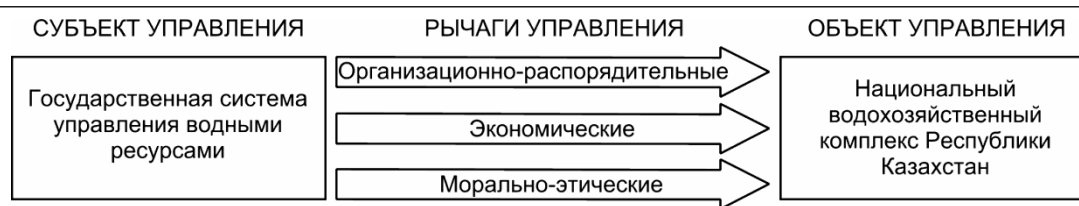


Рисунок 12 – Система управления водными ресурсами: субъект – рычаги – объект

В содержательном аспекте управление водными ресурсами состоит из набора функций – особых конкретных видов управленческой деятельности, к числу которых относятся планирование, организация, стимулирование, контроль. Каждая функция управления осуществляется посредством набора действий – управленческих процедур, состоящих из конкретных элементов – управленческих операций (рисунок 13).

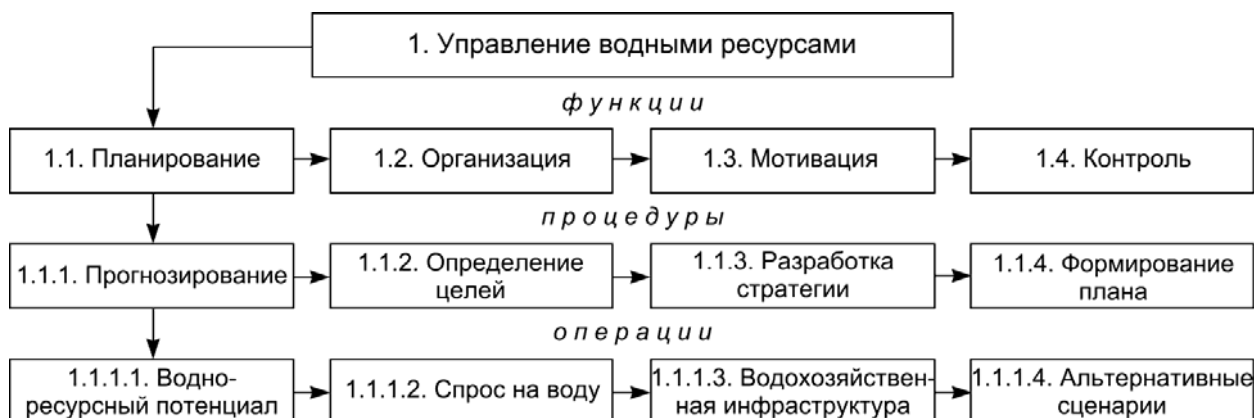


Рисунок 13 – Структура системы управления водными ресурсами: функции – процедуры – операции

Стратегическое планирование СВОРК включает следующие основные процедуры:

- прогнозирование – исследование перспектив развития СВО РК с выявлением актуальных для Казахстана водных угроз глобального, регионального и национального уровней;
- определение целей – обоснование целевых индикаторов развития СВО РК на расчетные уровни: политических, социальных, экономических, экологических;
- разработка стратегии – определение основных направлений устранения дефицитов водных ресурсов в Казахстане средствами водосбережения и водообеспечения;
- формирование плана – обоснование программы действий, устанавливающих систему мероприятий и сроки их осуществления.

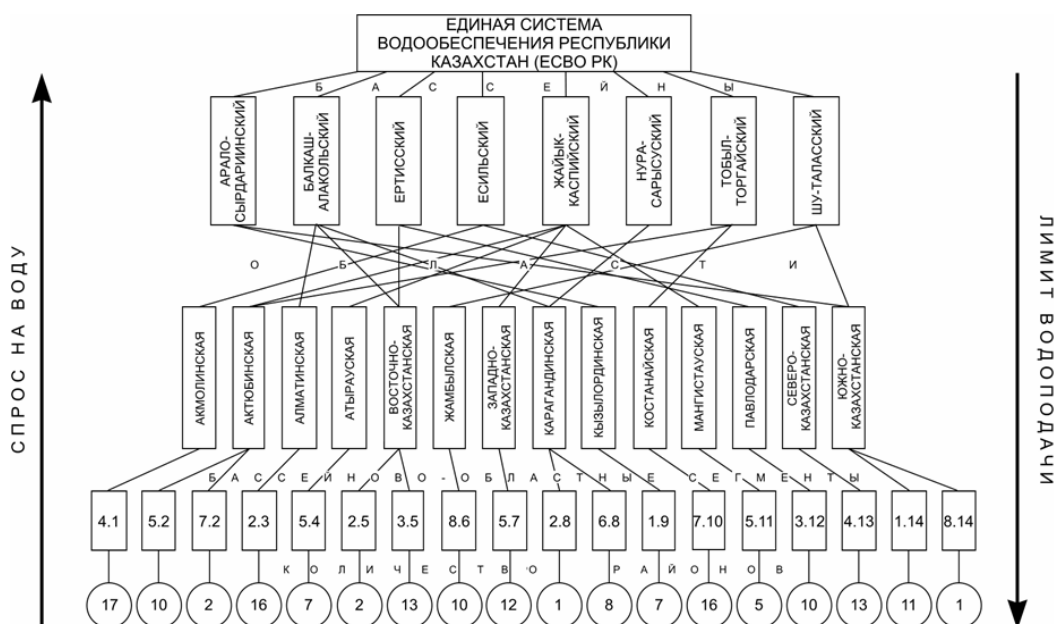
Разработана концепция системы водообеспечения РК как совокупности водоисточников и водопользователей с объединяющей их водохозяйственной инфраструктурой. Показано, что системам водобеспечения присущи свойства сложных систем: иерархичность структуры с прямыми, обратными и преобразованными связями между компонентами системы; неопределенность и многокритериальность при выборе управляющих воздействий и оценки последствий результатов управления (рисунок 14) [10-13].

Разработаны принципы стратегического планирования СВО. Предложена новая парадигма Стратегии водообеспечения – совмещение «управления ресурсом» с «управлением спросом». С позиций устойчивого развития рекомендовано изменение приоритетов Стратегии водообеспечения в пользу социальных и экологических целей относительно производственных задач. В развитие иерархичности бассейнового принципа управления показана целесообразность стратегического планирования СВО в масштабах крупных бассейнов, тактического и оперативного управления – в малых бассейнах. Информационное обеспечение процесса стратегического планирования должно включать компьютерную базу данных и систему математического моделирования.



Система водообеспечения (СВО) трактуется как совокупность водоисточников и водопользователей с объединяющей их водохозяйственной инфраструктурой. Системы водообеспечения представляются «узловыми звеньями» бассейновых и административных схем управления водными ресурсами, по сути определяющих устойчивость развития природно-хозяйственных систем.

Рисунок 14 – Концепция системы водообеспечения



Межотраслевая (горизонтальная) интеграция спроса и лимита на воду реализуется с использованием разработанных механизмов решения конфликтов.

Рисунок 15 – Структура системы водообеспечения Республики Казахстан

Предложена пятиуровневая структура системы водообеспечения РК: страновой уровень, водохозяйственно-бассейновый уровень, административно-областной уровень, бассейново-областной уровень, административно-районный уровень (рисунок 15).

Предложены схемы межкомпонентного распределения водных ресурсов СВО по принципам приоритета и компромисса, в которых межотраслевая (горизонтальная) интеграция спроса и лимита на воду реализуется с использованием разработанных механизмов решения конфликтов.

Вертикальная увязка уровней водообеспечения достигается по принципам «снизу - вверх» при формировании заявок и «сверху - вниз» при выдаче лимитов и режимов водоподачи.

Предложенный бассейново-областной подход основан на современной водной парадигме, совмещающей управление спросом на воду, формируемым в рамках административных территориальных структур, с управлением ресурсом, формируемым бассейновыми водохозяйственными структурами. Данный подход реализован выделением в структуре НВХК РК расчетных виртуальных единиц – «бассейново-областных сегментов», представляющих собой совокупность административных районов области, территориально расположенных в одном речном бассейне. Сопоставление ресурса и спроса в сегментах дает пространственно-временную картину (матрицу) распределения дефицитов и избытков водных ресурсов по территории Казахстана при различных сценариях развития системы водообеспечения. При этом межсегментному водораспределению подлежит только социально-производственный потенциал – часть располагаемых водных ресурсов бассейна за вычетом обязательных затрат речного стока, экологических и трансграничных. Суммированием показателей сегментов по строкам и столбцам матрицы находятся соответствующие показатели в разрезе административных областей и водохозяйственных бассейнов. Результаты балансов оцениваются по критериям водной безопасности и служат основанием для оптимизации размещения водоемких производств, а также развития межбассейновых и трансграничных водохозяйственных связей (рисунки 16, 17, таблица 1).

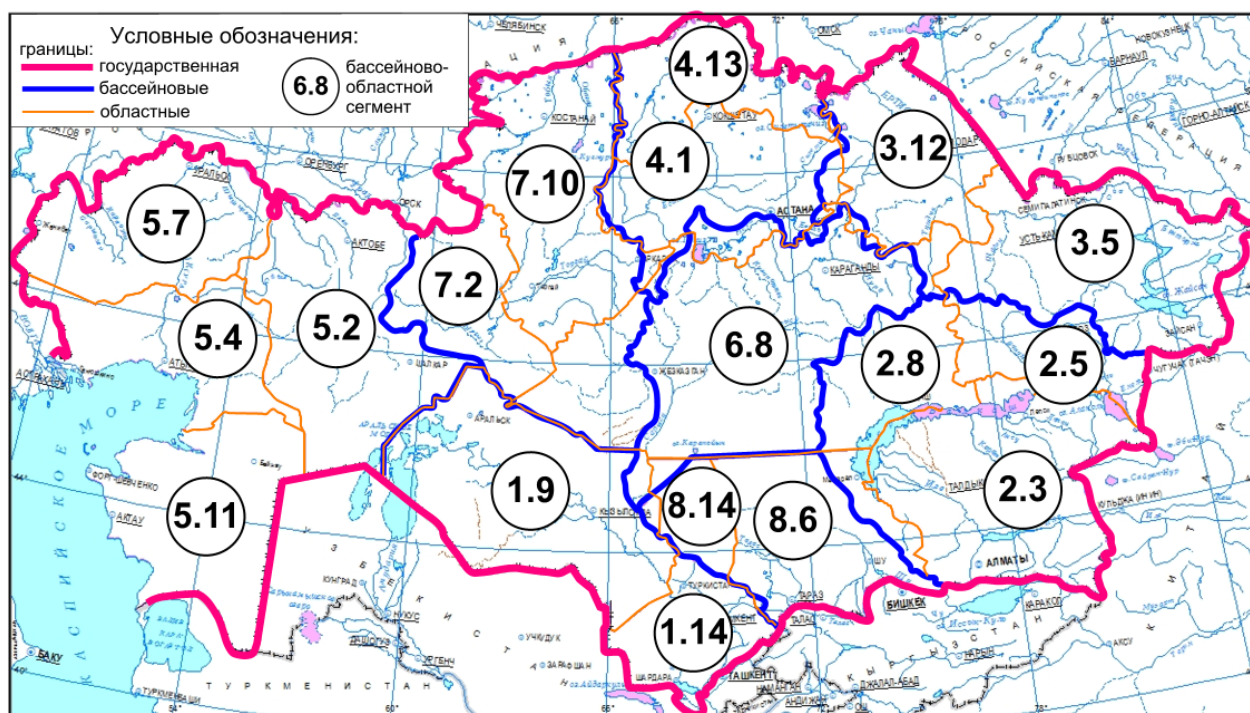


Рисунок 16 – Бассейново-областная структура водохозяйственного комплекса

Дан ретроспективный анализ развития СВО [12, 13]. Суммарные ресурсы речного стока РК (бытовой сток) за период наблюдений 1974–2008 гг. составляют $91,3 \text{ км}^3$ (50% обеспеченности), из которых $44,3 \text{ км}^3$ поступает из сопредельных государств, $47,0 \text{ км}^3$ составляет местный сток. Ресурсы речного стока республики характеризуются значительной межгодовой изменчивостью. Наблюдаемые максимальные и минимальные значения годового стока соответственно в 3 раза больше и в 2 раза меньше нормы. Речному стоку свойственны также чередование группировок маловодных (по 5–7 лет) и многоводных (по 1–3 года) группировок. В силу климатических особенностей республики до 90 % годового объема стока степных рек проходит в весенний период и до 70% стока горных рек – в летний период. Распределение ресурсов речного стока по территории крайне неравномерно. Наибольшие объемы речного стока формируются в Ертисской и

Бассейн Область	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертисский	Есильский	Жайык-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торгайский	Шу-Таласский	Общее количество сегментов (значимые)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 Акмолинская			3.1	4.1		6.1	7.1		4 (1)
2 Актюбинская					5.2		7.2		2 (2)
3 Алматинская		2.3							1 (1)
4 Атырауская					5.4				1 (1)
5 Восточно-Казахстанская		2.5	3.5						2 (2)
6 Жамбылская	1.6	2.6						8.6	3 (1)
7 Западно-Казахстанская					5.7				1 (1)
8 Карагандинская		2.8	3.8	4.8		6.8	7.8		5 (2)
9 Кызылординская	1.9					6.9			2 (1)
10 Костанайская				4.10			7.10		2 (1)
11 Мангистауская					5.11				1 (1)
12 Павлодарская			3.12	4.12		6.12			3 (1)
13 Северо-Казахстанская				4.13					1 (1)
14 Южно-Казахстанская	1.14					6.14		8.14	3 (2)
Общее количество сегментов (значимые)	3 (2)	4 (3)	4 (2)	5 (2)	4 (4)	5 (1)	4 (2)	2 (2)	31 (18)

Рисунок 17 –
Матрица
бассейново-областных
сегментов

Таблица 1 – Распределение административных районов по бассейново-областным сегментам

Бассейново-областной сегмент	Административные районы	Количество районов
1.9	Аральский, Жалагашский, Жанакорганский, Казалинский, Кармакшинский, Сырдаринский, Шиелійский	7
1.14	Байдибека, Казыгуртский, Мактааральский, Ордабасынский, Отрарский, Сайрамский, Сарыагашский, Созакский, Толебійский, Тюлькүбасский, Шардаринский	11
2.3	Аксуский, Алакольский, Балкашский, Енбекшиказахский, Ескельдинский, Жамбылский, Илийский, Карасайский, Каратальский, Кербулакский, Коксуский, Панфиловский, Райымбекский, Саркандский, Талгарский, Уйгурский	16
2.5	Аягозский, Урджарский	2
2.8	Актогайский	1
3.5	Абайский, Бескарагайский, Бородулихинский, Глубоковский, Жарминский, Зайсанский, Зырянский, Катон-Карагайский, Кокпектинский, Курчумский, Тарбагатайский, Уланский, Шемонаихинский	13
3.12	Актогайский, Баянаульский, Ертисский, Железинский, Каширский, Лебяжинский, Майский, Павлодарский, Успенский, Шербактинский	10
4.1	Аккольский, Аршалынский, Астраханский, Атбасарский, Буландынский, Бурабайский, Егиндыкольский, Енбекшильдерский, Ерейментауский, Есильский, Жаксынський, Жаркаинский, Зерендинский, Коргалджинский, Сандыктауский, Целиноградский, Шортандинский	17
4.13	Акжарский, Айыртауский, Аккайынский, Есильский, Жамбылский, Магжана Жумабаева, Кызылжарский, Мамлютский, Мусрепова, Тайыншинский, Тимирязевский, Уалихановский, Шал акына	13
5.2	Алгинский, Байганинский, Каргалинский, Мартукский, Мугалжарский, Темирский, Уилский, Хобдинский, Хромтауский, Шалкарский	10
5.4	Жильойский, Индерский, Исатайский, Курмангазинский, Кызылкогинский, Макатский, Махамбетский	7
5.7	Акжайыкский, Бокейординский, Бурлинский, Жангалинский, Жанибекский, Зеленовский, Казталовский, Каратобинский, Сырымский, Таскалинский, Теректинский, Шингирлауский	12
5.11	Бейнеуский, Каракиянский, Мангистауский, Мунайлинский, Тупкараганский	5
6.8	Абайский, Бухар-Жирауский, Жанааркинський, Каркаралинский, Нуринский, Осакаровский, Улытауский, Шетский	8
7.2	Айтикебийский, Иргизский	2
7.10	Алтынсаринский, Амангельдинский, Аулиекольский, Денисовский, Жангельдинский, Житикаринский, Камыстинский, Карабалыкский, Карасуский, Костанайский, Мендыкаринский, Наурызумский, Сарыкольский, Тарановский, Узынкольский, Федоровский	16
8.6	Байзакский, Жамбылский, Жуалынский, Кордайский, Меркенский, Мойынкумский, Сарысуский, Таласский, Рыскулова, Шуский	10
8.14	Созакский	1

Балкаш-Алакольской ВХС (до 73–86% общих ресурсов). В Нура-Сарыуской, Есильской и Тобыл-Торгайской ВХС в маловодные годы местный сток практически отсутствует.

Естественный климатический сток республики (восстановленный) равен соответственно 115,1; 60,2 и 54,9 км³/год. За счет хозяйственной деятельности ресурсы речного стока республики уменьшились на 23,8 км³/год (на 21%), в том числе трансграничного стока – на 15,9 км³/год (на 26%), местного стока – на 7,9 км³/год (на 14%). Наибольшее влияние хозяйственной деятельности проявилось в Арало-Сырдаринском водохозяйственном бассейне (снижение на 47%), наименьшее – в Нура-Сарыуском и Ертисском (снижение на 8%).

В процессе круговорота воды в природе поверхностные воды речных бассейнов гидравлически связаны с подземными водами, образуя единый водный потенциал территории.

Общие эксплуатационные запасы подземных вод составляют 15,44 км³/год. По целевому назначению разведанные запасы подземных вод распределяются следующим образом, км³/год: хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ) – 5,76; производственно-техническое водоснабжение (ПТВ) – 1,4; орошение земель (ОРЗ) – 8,26; бальнеологические цели (минеральные воды) – 0,014. Вследствие гидравлической связи между поверхностными и подземными водами освоение разведанных подземных месторождений приведет к сокращению ресурсов речного стока на 5,05 км³/год в целом по Казахстану.

Дополнительным ресурсом для использования в ПХС считаются возвратные воды в составе коллекторно-дренажных, сбросных и сточных вод от орошения, промышленности и коммунально-бытового хозяйства. В настоящее время объем возвратных вод по республике составляет около 9 км³/год. При этом ресурсная их часть, т.е. возвращаемая в речные русла, не превышает 2,0 км³/год, остальной сток рассеивается по территории. Возвратные воды являются основным источником загрязнения речного стока и окружающей среды. Проблема их полной утилизации и очистки в настоящее время не решена, в связи с чем большая часть этих ресурсов остается вне сферы использования.

Водозабор на нужды отраслей экономики в Казахстане за рассматриваемую ретроспективу (1990–2015 гг.) снизился с 35,6 до 20,2 км³/год, в том числе в коммунальном хозяйстве – с 1,4 до 0,8 км³/год, промышленности – с 7,1 до 4,5 км³/год, сельском хозяйстве – с 26,6 до 14,6 км³/год.

В целом после 2000 года (особенно в последние 3–4 года) при достаточно заметном росте экономики в стране существенного увеличения объемов водопотребления не наблюдается. Это связано с более рациональным использованием воды в технологическом цикле промышленного производства и орошаемого земледелия.

Крупными водопотребителями водохозяйственного комплекса республики являются внутренние и окраинные водоемы – Каспий, Арал, Балкаш, расположенные в трансграничных водосборных бассейнах. Поддержание заданного водно-солевого режима указанных водоемов в настоящее время обеспечивается притоком воды к устьевым створам рек в объемах в среднем за многолетие по Жайыку – 6,5 км³/год, Сырдарие – 3,1 км³/год, Иле, Караталу и др. – 13,6 км³/год. Русловые потери воды естественной гидрографической сети, рассматриваемые в настоящее время как экологические затраты речного стока, составляют 16,9 км³/год.

К осуществляемым в обязательном порядке, т.е. с высокой степенью гарантии, специальным попуском воды относятся:

- транзитные попуски по трансграничным рекам в сопредельные страны;
- санитарно-экологические попуски, обеспечивающие требования экосистем нижерасположенных частей бассейна.

Водохозяйственный комплекс Казахстана располагает более 270 водохранилищами многолетнего и сезонного регулирования стока с общей полезной емкостью 48,8 км³/год. Суммарное воздействие всех регулирующих емкостей увеличивает годовой сток рек Казахстана в годы средней водности на 2,5 км³ воды, а в маловодные годы – на 10,0 км³. В состав средств национального ВХК по территориальному распределению речного стока входят 340 плотинных гидротехнических сооружений и водозаборных сооружений на реках, крупные межбассейновые и внутрибассейновые водопроводящие каналы комплексного назначения общей протяженностью свыше 1000 км, системы групповых водопроводов длиной более 13 тыс. км.

Сформированная в течение многих лет система водообеспечения республики стоимостью более двух миллиардов долларов США требует модернизации в связи с изменениями государственных требований к водным ресурсам, ориентированных на национальные программы развития.

В таблице 2 в качестве примера приведены в матричной форме «бассейн x область» осредненные показатели за ретроспективный период (1990-2012 гг.) по суммарному водопотреблению.

На рисунках 18–20 дана ретроспективная оценка национального водохозяйственного комплекса в разрезе сегментов, административных областей и речных бассейнов по критериям водной безопасности в форме таблиц, графиков и двумерной визуализации.

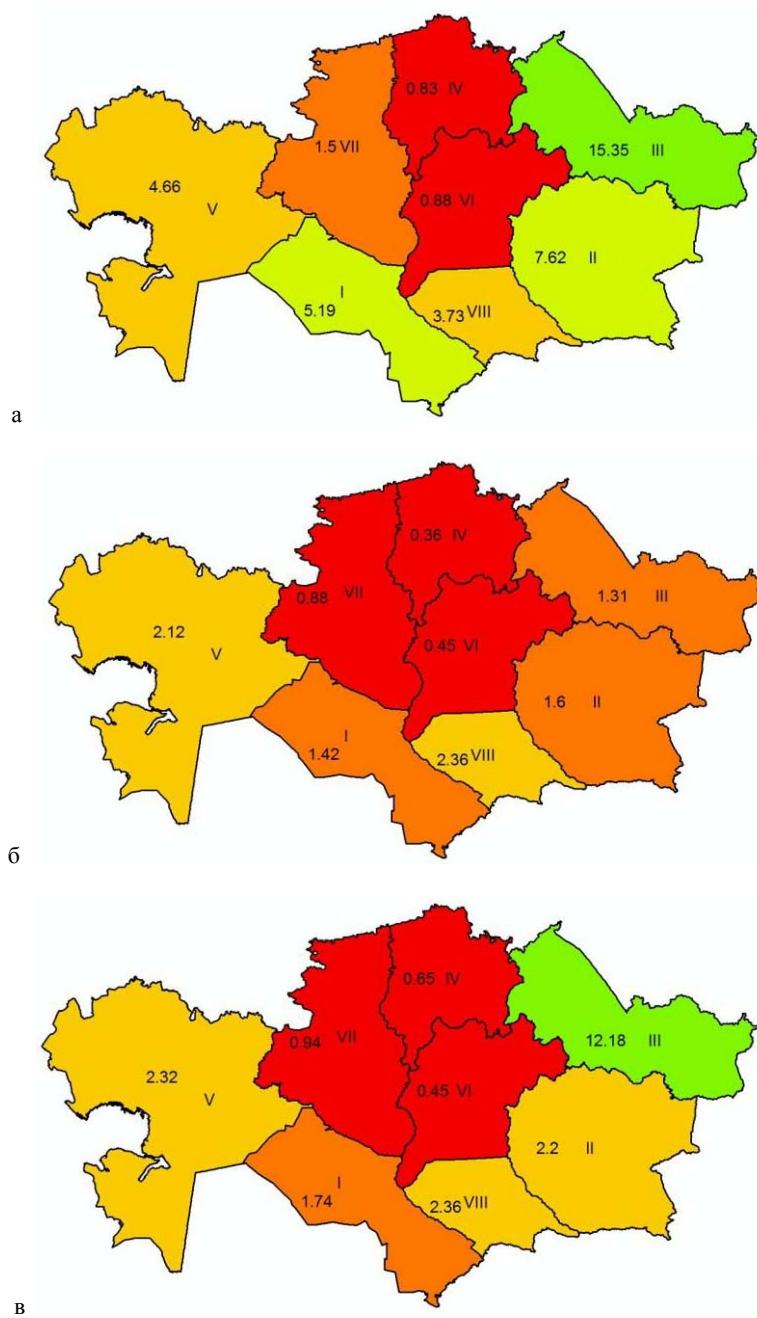
Таблица 2 – Матрица суммарного водопотребления, км³/год (осредненный показатель за период 1990-2012 гг.)

Области	Водохозяйственные бассейны								Итого
	Арало-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есильский	Жайык-Каспийский	Нура-Сарыусский	Тобыл-Торгайский	Шу-Таласский	
Акмолинская				0,137					0,137
Актюбинская					0,608		0,010		0,618
Алматинская		3,874							3,874
Атырауская					0,465				0,465
Восточно-Казахстанская		0,195	2,205						2,400
Жамбылская								1,543	1,543
Западно-Казахстанская					0,565				0,565
Карагандинская		0,133				1,526			1,660
Кызылординская	1,738								1,738
Костанайская							0,182		0,182
Мангистауская					0,404				0,404
Павлодарская			1,311						1,311
Северо-Казахстанская				0,057					0,057
Южно-Казахстанская	5,979							0,082	6,062
Итого	7,717	4,203	3,516	0,194	2,041	1,526	0,192	1,625	21,013
Ресурс (50%)	15,900	25,600	30,900	1,700	10,500	1,100	1,400	4,100	91,200
Экология	10,56	18,21	6,38	0,37	5,27	0,54	0,52	1,50	43,350
Трансграничные попуски	1,00	2,00	21,88	0,58	0,45		0,06		25,970
Социально-экономический потенциал	4,340	5,390	2,640	0,750	4,780	0,560	0,820	2,600	21,880

Реальная удельная водообеспеченность(км³/чел) 2010 Без трансграничных попусков Вариант I

Область \ Бассейн	Арало-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есильский	Жайык-Каспийский	Нура-Сарыусский	Тобыл-Торгайский	Шу-Таласский	Сумма	Год
Акмолинская	0	0	0	0.6452245	0	0.442686	0	0	0.219353	2010
Актюбинская	0	0	0	0	2.318221	0	0.9720749	0	1.957357	2010
Алматинская	0	2.199721	0	0	0	0	0	0	2.84781	2010
Атырауская	0	0	0	0	2.319941	0	0	0	2.062352	2010
Восточно-Казахстанская	0	2.198922	12.17696	0	0	0	0	0	3.851484	2010
Жамбылская	0	0	0	0	0	0	0	2.365113	3.365611	2010
Западно-Казахстанская	0	0	0	0	2.318008	0	0	0	2.060634	2010
Карагандинская	0	2.196088	0	0	0	0.4460998	0	0	2.795442	2010
Костанайская	0	0	0	0	0	0	0.9411999	0	0.4675546	2010
Кызылординская	1.743616	0	0	0	0	0	0	0	5.737067	2010
Мангистауская	0	0	0	0	2.31862	0	0	0	2.061132	2010
Павлодарская	0	0	12.17646	0	0	0	0	0	3.975405	2010
Северо-Казахстанская	0	0	0	0.65108	0	0	0	0	0.2017405	2010
Южно-Казахстанская	1.74308	0	0	0	0	0	0	2.361411	5.681922	2010

Рисунок 18 – Оценка Национального водохозяйственного комплекса РК по сегментам, административным областям и речным бассейнам по показателю реальной удельной водообеспеченности, тыс. м³/чел в год (осредненный показатель за период 1990-2012 гг.)



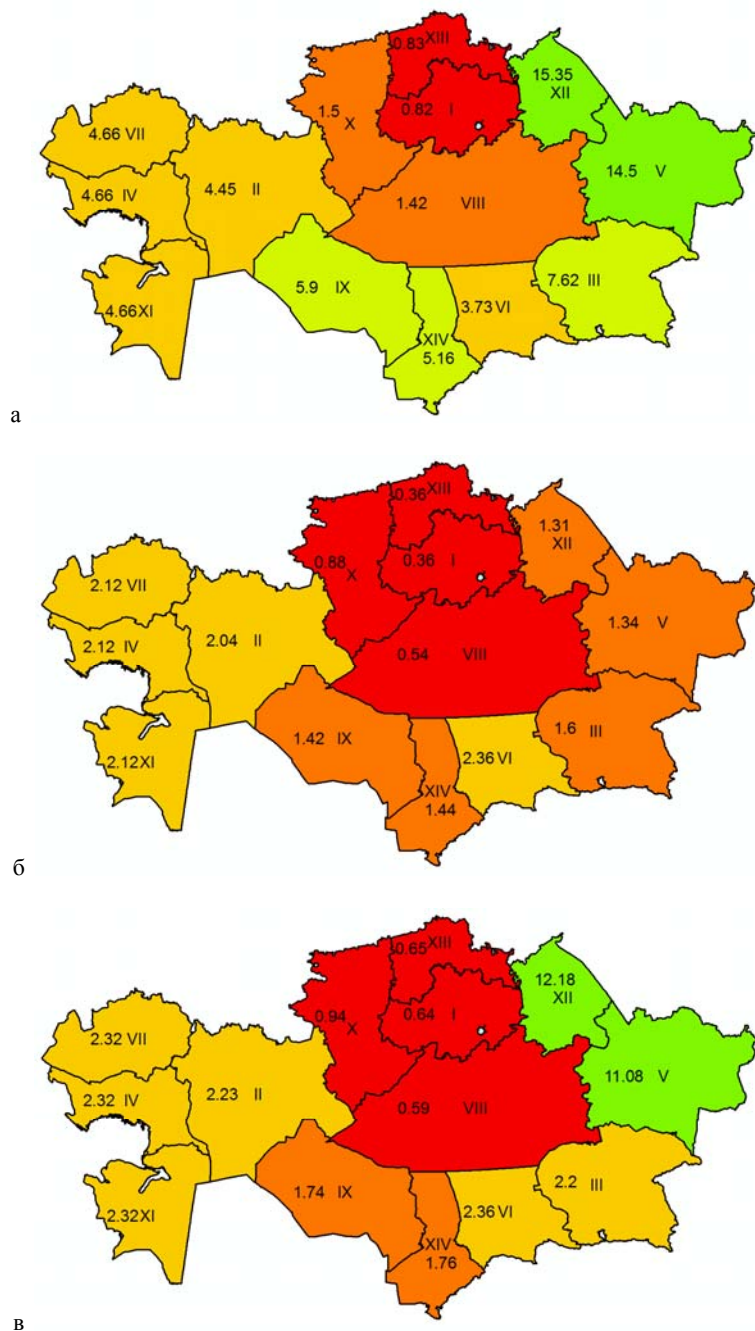
Градации удельной/ реальной удельной водообеспеченности (тыс. м³ чел./год):

- <1 - катастрофически низкая
- 1 - 2 - очень низкая
- 2 - 5 - низкая
- 5 - 10 - средняя
- 10 - 20 - высокая
- >20 - очень высокая

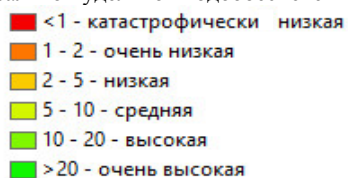
Водохозяйственные бассейны:

I – Арало-Сырдаринский; II – Балкаш-Алакольский; III – Ертисский; IV – Есильский;
V – Жайык-Каспийский; VI – Нура-Сарыуский; VII – Тобыл-Торгайский; VIII – Шу-Таласский

Рисунок 19 – Оценка водообеспеченности бассейновых ПХС Казахстана по критериям водной безопасности:
а – удельная водообеспеченность; б – реальная удельная водообеспеченность;
в – условная удельная водообеспеченность



Градации удельной/ реальной удельной водообеспеченности (тыс. м³ чел./год):



Области:

I – Акмолинская, II – Актюбинская, III – Алматинская, IV – Атырауская, V – Восточно-Казахстанская, VI – Жамбылская, VII – Западно-Казахстанская, VIII – Карагандинская, IX – Кызылординская, X – Костанайская, XI – Мангистауская, XII – Павлодарская, XIII – Северо-Казахстанская, XIV – Южно-Казахстанская.

Рисунок 20 – Оценка водообеспеченности областных ПХС Казахстана по критериям водной безопасности:
а – удельная водообеспеченность; б – реальная удельная водообеспеченность;
в – условная удельная водообеспеченность

Показано, что на современном уровне развития Национального водохозяйственного комплекса в республике в целом имеется достаточное количество водных ресурсов для удовлетворения потребностей практически всех отраслей экономики без нарушения нормативов обводненности объектов природной среды и трансграничных попусков, однако в трех бассейнах (Арало-Сырдаринском, Ертисском, Нура-Сарысуском) современные хозяйственные водозаборы превышают установленный социально-экономический водно-ресурсный потенциал за счет нарушения экологических норм водопользования.

Выявлено, что показатель антропогенной нагрузки на водные ресурсы в целом по республике («водный стресс») отвечает критерию «средневысокий» уровень при изменении данного показателя в разрезе бассейнов в диапазоне «умеренный» уровень (4 бассейна) – «чрезвычайно высокий» (Нура-Сарысуский).

Показано, что реальная удельная водообеспеченность населения в среднем по республике соответствует международному критерию «средний» уровень. В разрезе областей данный показатель изменяется в диапазоне качественных оценок: «высокий» уровень (3 области), «низкий» уровень (5 областей).

Разработка прогнозных сценариев водообеспечения бассейновых природно-хозяйственных систем и административно-территориальных областей на расчетные уровни развития [3, 9-11, 13, 17-26].

Разработаны методы стратегического планирования СВО. При планировании стратегии водообеспечения РК необходимо учитывать объективное существование двух типов неопределенностей. Первая из них связана с климатически обусловленной изменчивостью формирующегося в бассейне речного стока, имеющего вероятностную природу. Вторая обусловлена хозяйственной деятельностью в бассейнах сопредельных государств, масштабы которой невозможно однозначно предсказать.

Наиболее вероятное обострение проблемы водообеспечения республики может быть вызвано антропогенным сокращением стока трансграничных рек в связи с реализацией сопредельными государствами своих водохозяйственных программ. Наибольшую угрозу в этом отношении представляют планируемые Китайской Народной Республикой отборы стока Кара Ертиса, а также стока Иле. Серьезным ограничением использования ресурсов речного стока Ертиса в центральных и северных регионах республики являются обязательные трансграничные попуски на территорию России. Актуальными являются проблемы совершенствования принятых в советское время межгосударственных соглашений с центрально-азиатскими странами по совместному использованию стока трансграничных рек Сырдария, Шу, Талас.

С учетом высокой степени уязвимости природной среды и отраслей экономики Казахстана к возможным изменениям ресурсов речного стока стратегия устойчивого водообеспечения республики должна быть ориентирована на неблагоприятное сочетание климатических и антропогенных дестабилизирующих факторов.

Рекомендуемый подход очень осторожен и отражает пессимистическую точку зрения на ожидаемые изменения водных ресурсов в Казахстане (критерий «минимакс»), однако применение его представляется оправданным при обосновании Национальной стратегии обеспечения водной безопасности с учетом вероятных тяжелых экономических ущербов и недопустимых нарушений природной среды при дефиците воды.

В современной теории и практике управления водными ресурсами, в том числе в Генеральной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан 2016 г. (Генсхеме КИОВР) [20], фактор неопределенности (вероятностная природа ресурса) учитывается заданием показателей надежности полного удовлетворения потребностей в воде – нормативами расчетной обеспеченности (по относительному числу бесперебойных лет). В принципе доля бесперебойных лет (обеспеченность водоотдачи) в каждом отдельном случае должна определяться на основании сопоставления ущербов от перебоев с затратами на сокращение их повторяемости и глубины. Однако в Генсхеме КИОВР величина обеспеченности отдачи назначена на основании общих соображений о значимости того или иного вида водопользования (таблица 3).

Выбор нормативов надежности системы водообеспечения существенно определяет ключевые параметры водохозяйственного комплекса. При изменении норматива в диапазоне от 0,75 до 0,95,

Таблица 3 – Сравнение нормативов риска водообеспечения (по индикаторам надежности и уязвимости), рекомендуемых различными организациями

Отраслевое водопотребление	ПКИК, %		МГУП, %		ВНИИГиМ, %	
	<i>P</i>	<i>U</i>	<i>P</i>	<i>U</i>	<i>P</i>	<i>U</i>
Коммунально-бытовое хозяйство	95	20	95-97	10	–	–
Промышленность	95	20	95	10	–	–
Регулярное орошение	75	20	75-90	15-50	90	–
Лиманное орошение	30-50	–	–	–	–	–
Энергетические попуски	–	–	80-90	10-20	85-95	–
Рыбохозяйственные попуски	75	20	50-75	–	75-90	–
Водный транспорт	–	–	50-75	–	85-90	–
Санитарно-экологические попуски	–	–	75-95	–	97-99	–

Примечания: ПКИК – производственный кооператив «Институт "Казгипроводхоз"»; МГУП – Московский государственный университет природообустройства; ВНИИГиМ – Всесоюзный НИИ гидротехники и мелиорации. *P* – надежность системы водообеспечения – обеспеченность водоподачи по числу бесперебойных лет. *U* – уязвимость системы водообеспечения – максимальная глубина перебоев.

например, величина регулирующей емкости водохранилища – наиболее затратного объекта водохозяйственного комплекса – увеличивается в 3–4 раза. В связи с этим проблема учета неопределенности в задачах планирования СВО остается одним из ключевых вопросов теории и практики водохозяйственного проектирования.

Эффективным средством исследования сложных систем, подверженных случайным воздействиям, является имитационное моделирование, влияние случайных факторов в котором учитывается с помощью задания вероятностных характеристик процессов (законов распределения вероятностей). В отличие от детерминированного подхода, основанного на применении нормативов надежности, данный метод позволяет выявить и оценить экстремальные водно-ресурсные ситуации при управлении водными ресурсами, имеющие наиболее значимые социально-экономические и экологические последствия. В настоящей работе аналитическая версия метода впервые применена к решению стратегических задач развития СВО РК (рисунок 21).

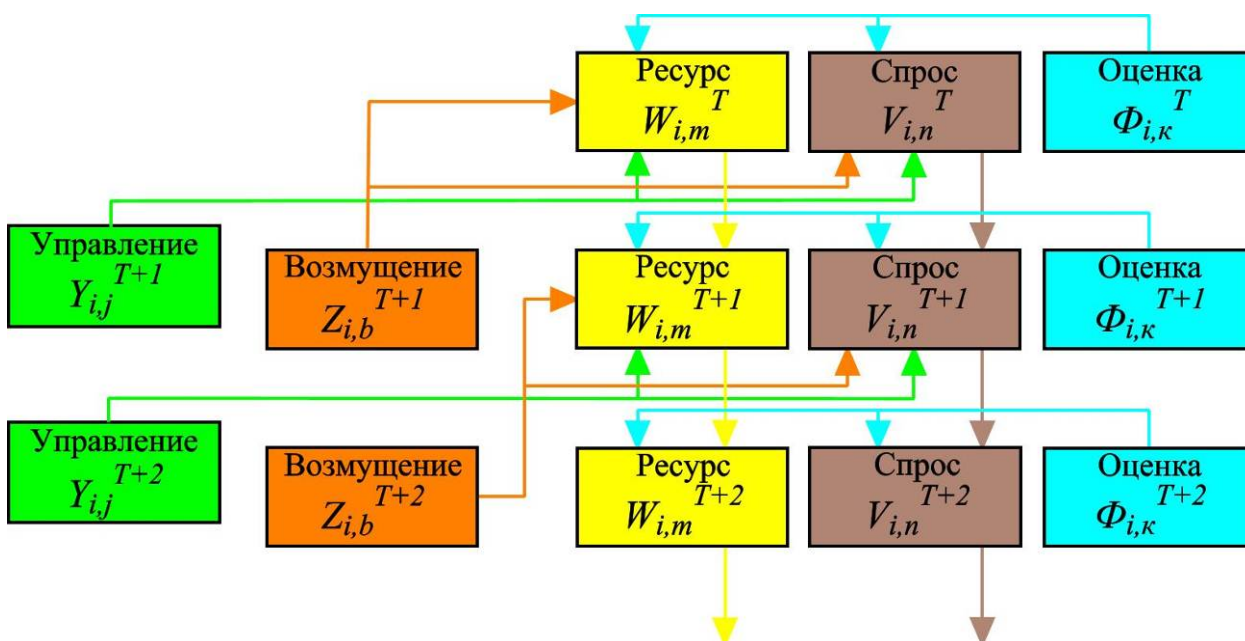


Рисунок 21 – Структура динамико-стохастической модели СВО

Имитационное моделирование систем водообеспечения представляет собой метод проведения на ЭВМ вычислительных экспериментов с математическими моделями, воспроизводящими поведение реальных объектов во времени в течение заданного периода. При этом функционирование водных объектов и водохозяйственных установок описывается набором алгоритмов, имитирующих вероятностный процесс формирования ресурсов речного стока и динамику спроса на воду природно-хозяйственных систем, а также правила водорегулирования и водораспределения.

Главная цель создания имитационных моделей состоит в снабжении лиц, ответственных за конкретные решения на этапе планирования использования и охраны водных ресурсов, единым комплексом программ, позволяющих получить с использованием современных ЭВМ необходимую обосновывающую информацию о возможных сценариях развития систем водообеспечения Республики Казахстан.

Разработана базовая стратегия развития СВО по материалам Генсхемы КИОВР [8-10, 20]. Дана оценка «Генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, 2016 г.» по критериям водной безопасности для последующего обоснования комплекса мероприятий по развитию системной водохозяйственной инфраструктуры. Генеральная схема разработана в целях решения водохозяйственных задач с учетом прогнозов развития страны и отдельных регионов, гарантированного обеспечения отраслей экономики водными ресурсами и сохранения равновесия природных экосистем. В Генсхеме уточнены характеристики годового стока рек на расчетные уровни (2020, 2030 и 2040 гг.) на основе тенденции водохозяйственного развития с использованием линейного тренда для прогнозирования динамики временных рядов стока. Рост водопотребления принят в соответствии с индикативными показателями по намечаемому росту объема ВВП как в целом по республике, так и по конкретным отраслям экономики.

Сводные водохозяйственные балансы в целом по Республике Казахстан на перспективу до 2040 г. показали, что расчетные поверхностные водные ресурсы на уровне 2040 г. с учетом регулирования, вододеления, водоотведения в реки колеблются в годы разной водности от 110,3 до 64,3 км³ и составляют порядка 94–97% от суммы всех ресурсов. Водопотребление отраслей экономики Казахстана на уровне 2040 г. на 84% планируется осуществить за счет поверхностных водных источников, остальной объем – за счет подземных и шахтно-рудничных, морских и озерных, сточных и коллекторно-дренажных вод.

В таблице 4 в качестве примера приведены данные по прогнозному водопотреблению отраслей экономики, экологическим затратам воды, а также трансграничным попускам в разрезе речных бассейнов на расчетный уровень развития 2040 г. по материалам Генсхемы КИОВР. Дана оценка базовой стратегии развития СВО РК на уровне 2020, 2030 и 2040 гг. по критериям водной безопасности в разрезе бассейнов, областей, сегментов. На рисунке 22 приведена двухмерная визуализация результатов оценки предложенного в Генсхеме сценария развития СВО РК по критериям водной безопасности.

Принципиальными выводами Генсхемы, требующими более глубокой проработки, являются:

1. Наблюдаемое сокращение трансграничного стока в Казахстан, а также отсутствие долговременных международных договоров о вододелении с сопредельными государствами уже к 2020 году создаст реальные угрозы нехватки водных ресурсов для развития водоемких отраслей экономики и обеспечения экологической устойчивости регионов РК.

2. В условиях роста антропогенной нагрузки на водные ресурсы необходима реализация радикальных мероприятий по реабилитации природных комплексов рек и водоемов с обоснованием нового приемлемого уровня устойчивости их гидрологического режима, обеспечивающего выполнение экологических и социально-экономических функций.

3. В связи с изменившейся водохозяйственной и водно-экологической обстановкой в бассейнах большинства рек Казахстана за годы независимости назрела необходимость совершенствования системной водохозяйственной инфраструктуры республики, в том числе параметров и правил эксплуатации регулирующих водохранилищ.

Разработана инновационная стратегия развития СВО [8-11, 13, 15, 24-26]. Она нацелена на обоснование стратегических решений в ответ на неучтенные в Генсхеме СКИОВР климатические и трансграничные водные угрозы РК в период до 2050 г. Реализация стратегии предлагается в следующей приоритетности с выделением трех укрупненных этапов:

Таблица 4 – Матрица суммарного водопотребления, км³/год (прогноз на 2040 г.)

Области	Водохозяйственные бассейны								
	Арало-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертинский	Есильский	Жайык-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торгайский	Шу-Таласский	Σ
Акмолинская				0,441					0,441
Актюбинская					0,366		0,011		0,377
Алматинская		3,199							3,199
Атырауская					0,280				0,28
Восточно-Казахстанская		0,161	2,364						2,525
Жамбылская								1,738	1,738
Западно-Казахстанская					0,340				0,34
Карагандинская		0,110				0,430			0,54
Кызылординская	1,401								1,401
Костанайская							0,199		0,199
Мангистауская					0,243				0,243
Павлодарская			1,406						1,406
Северо-Казахстанская				0,199					0,199
Южно-Казахстанская	4,819							0,092	4,911
Σ	6,220	3,470	3,770	0,640	1,230	0,430	0,210	1,830	17,8
Σ	6,22	3,47	3,77	0,64	1,23	0,43	0,21	1,83	17,8
Ресурс (50%)	16,900	23,600	32,300	1,340	7,950	0,493	0,727	3,500	86,8
Экология 1	10,790	16,210	5,790	0,330	5,080	0,530	0,500	1,480	40,71
Экология 2	10,790	16,210	5,260	0,330	5,080	0,530	0,500	1,480	40,18
Трансграничные попуски 1	1,000	4,000	22,40	0,550	0,410		0,050		28,41
Трансграничные попуски 2	1,000	4,000	17,53	0,550	0,410		0,050		23,54
Соц.-эконом. потенциал 1	5,110	3,390	4,110	0,460	2,460	-0,037	0,177	2,020	17,69
Соц.-эконом. потенциал 2	5,110	3,390	9,510	0,460	2,460	-0,037	0,177	2,020	23,54

1. 2030 г. Совершенствование межгосударственных водных отношений РК с сопредельными странами в трансграничных бассейнах рек на принципах международного водного права с учетом географического положения РК, особенностей его социально-экономического развития и экологического статуса:

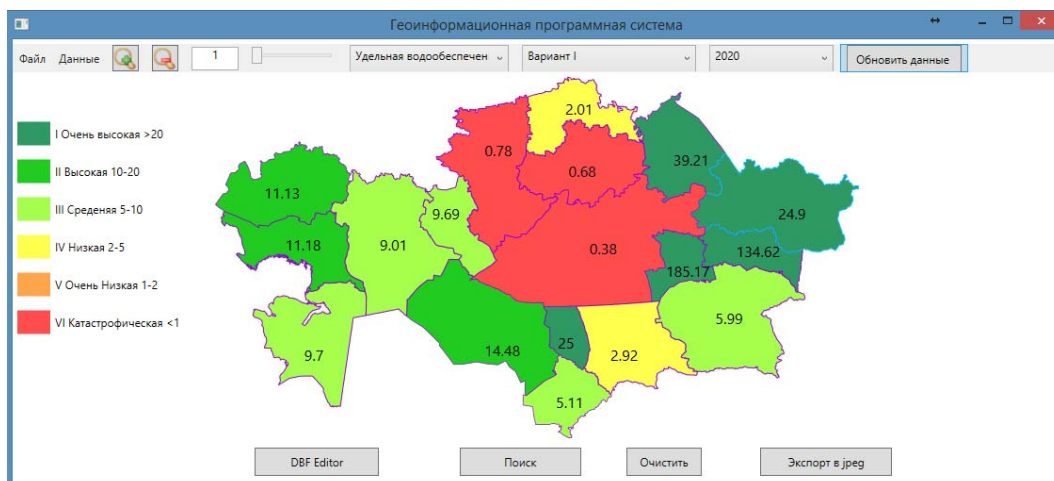
- с КНР в бассейнах рек Иле и Ертин;
- с РФ в бассейнах рек Жайык и Ертин;
- с РУ и КР в бассейне реки Сырдария;
- с КР в бассейнах рек Шу и Талас.

2. 2040 г. Развитие системной водохозяйственной инфраструктуры РК в связи с климатически и антропогенно обусловленным изменением располагаемых водных ресурсов, а также требований к их использованию (социальных, экономических, экологических) путем:

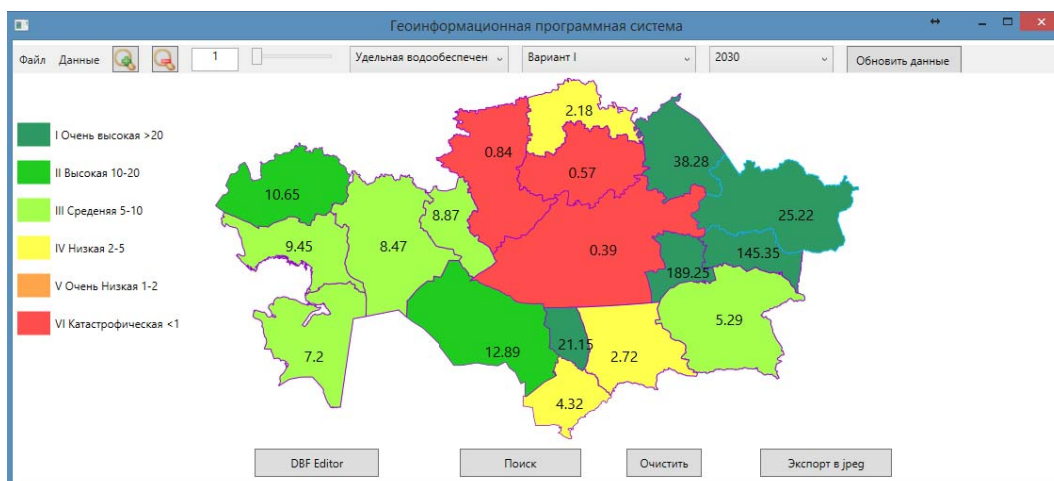
- глубокого многолетнего зарегулирования стока рек Ертин и Сырдария;
- межбассейнового перераспределения стока Ертиса в вододефицитные регионы Северного, Центрального и Южного Казахстана.

3. 2050 г. Взаимовыгодное использование стока российских рек на основе развития трансграничных водохозяйственных связей: по Верхне-Катунскому направлению, компенсирующему сокращения трансграничного стока с территории КНР в Иле-Балкашском и Ертинском бассейнах.

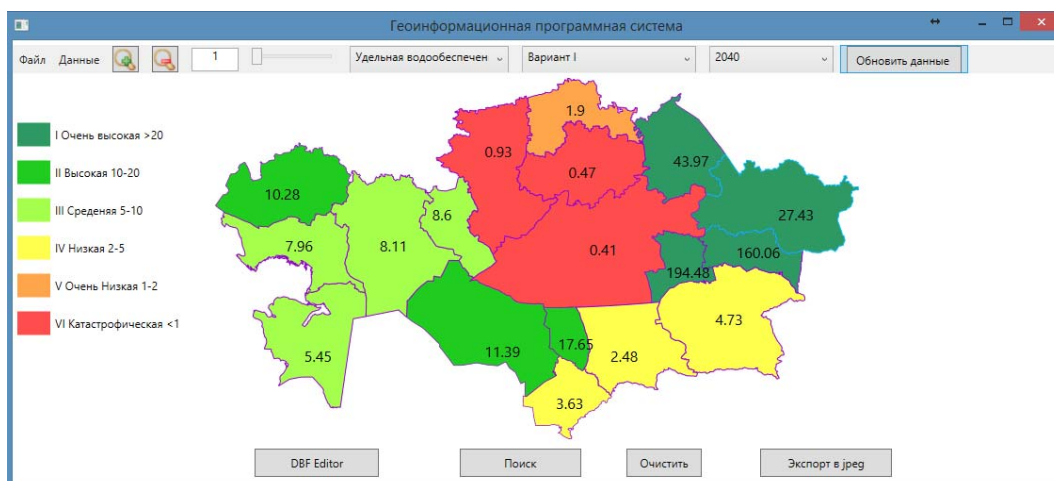
Обоснование стратегических решений по управлению ресурсами поверхностных вод с оценкой по критериям водной безопасности [8-10, 11, 13, 26].



а



б



в

Рисунок 22 – Оценка НВХК РК по показателю удельной водообеспеченности по первому варианту (прогноз), тыс. м³ чел./год: а – 2020 г., б – 2030 г., в – 2040 г.

Разработаны стратегическая цель и направления развития СВО до 2050 года. На основании результатов оценки базовой стратегии развития СВО РК (по материалам Генсхемы) сформулировано основное направление инновационной стратегии – «развитие водно-ресурсного потенциала Казахстана на период до 2050 года», в структуре которого определены системные задачи:

- совершенствование межгосударственного вододелиения в трансграничных бассейнах;
- повышение зарегулированности речного стока водохранилищами;
- межбассейновое перераспределение водных ресурсов;
- взаимовыгодное использование стока российских рек;
- реабилитация природных водных объектов государственного значения.

Предложены ключевые мероприятия инновационной стратегии развития СВО [8, 10, 13, 24-26]:

1. Распределение ресурсов речного стока между Республикой Казахстан и Китайской Народной Республикой в трансграничном бассейне Иле.

Позиция Казахстана в вопросах межгосударственного вододелиения с Китайской Народной Республикой в трансграничном бассейне реки Иле обоснована фундаментальными принципами международного водного права – «устойчивости» и «справедливости». В качестве исходной величины межгосударственного вододелиения принята величина среднесуточного годового объема трансграничного стока реки Иле с территории КНР в РК в естественном состоянии. С позиции «устойчивости» приоритетным водопользователем межгосударственного значения определен природно-хозяйственный комплекс низовьев трансграничного бассейна – озеро Балкаш и дельта Иле, в который нормативная величина притока (экологического стока) обеспечивается китайской и казахстанской сторонами в размерах пропорционально среднесуточной величине речного стока, формирующегося в соответствующих частях бассейна.

Величина социально-экономического водно-ресурсного потенциала трансграничного бассейна (свободного стока), подлежащего межгосударственному вододелиению, определяется разностью между исходной величиной вододелиения и объемом экологического стока в низовья. С позиции принципа «справедливости» доли казахстанской и китайской сторон в свободном стоке устанавливаются: а) пропорционально расчетной численности населения в соответствующих частях бассейна (рисунок 23); б) по критерию равенства относительных ущербов компонентов при ущемлении их интересов (рисунок 24). Разработаны методика и расчетный алгоритм «устойчивого» и «справедливого» вододелиения между РК и КНР в трансграничном Иле-Балкашском бассейне, реализованный в программном комплексе для подготовки и принятия решений в переговорном процессе с КНР.

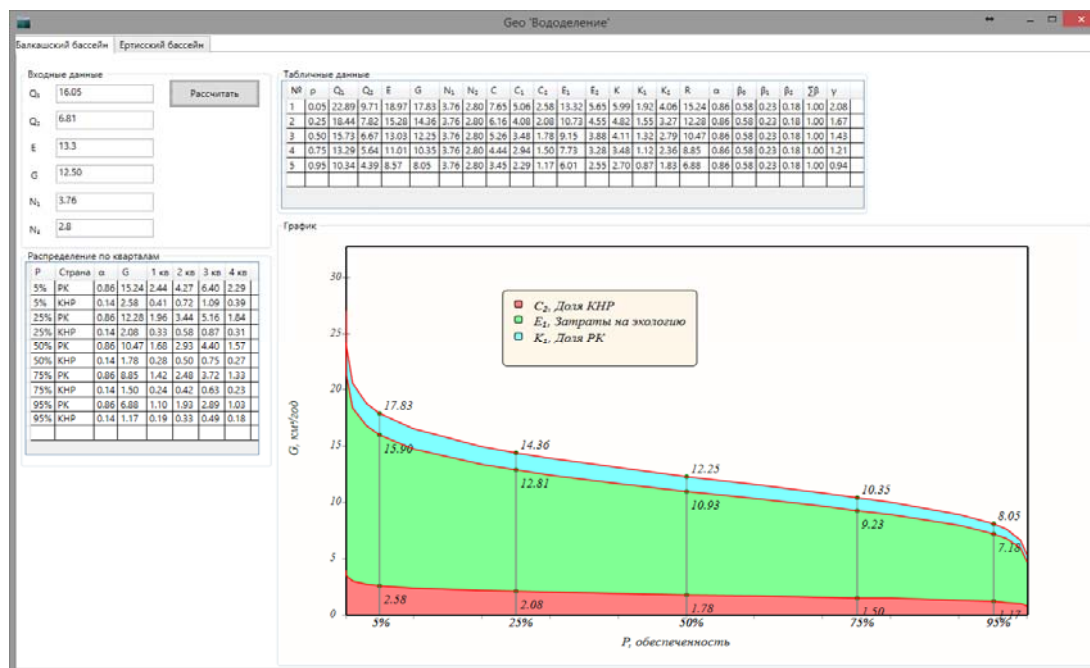


Рисунок 23 – Результаты расчетов модели при $N_1 = 3,76$ млн чел., $N_2 = 2,8$ млн чел., отметка оз. Балкаш 341 м, с учетом дельты: $E = 13,3$ км³/год

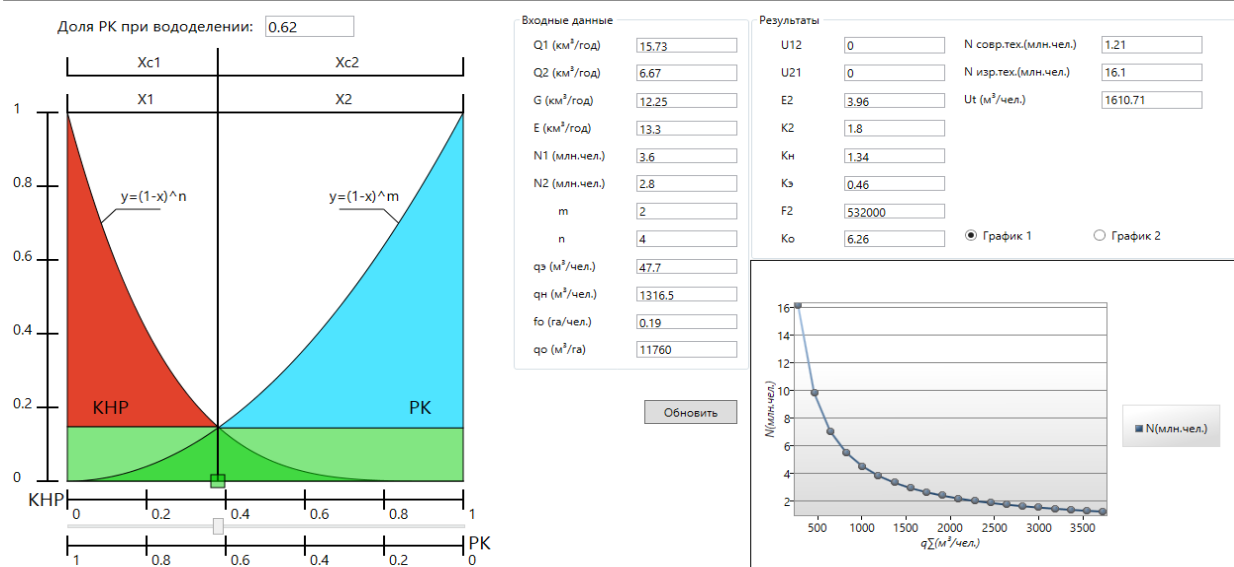


Рисунок 24 – Результаты расчетов модели при $N_1 = 3,6$ млн чел., $N_2 = 2,8$ млн чел., отметка оз. Балкаш 341 м, с учетом дельты: $E = 13,3$ км³/год, $n = 4$, $m = 2$

2. Переброска части стока реки Ертис по Трансказахстанскому каналу «Шульба-Сырдария» и каналу «Буктырма-Балкаш».

Трансказахстанский канал (ТКК) станет основой формирования Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК), объединяющей существующие и перспективные межбассейновые водохозяйственные связи. Переброска речного стока Ертиса из Шульбинского водохранилища в объеме 5-7 км³/год для покрытия ожидаемых дефицитов воды в бассейнах рек Есиль, Нура, Тобыл, Сырдария будет способствовать решению проблем:

- повышения уровня занятости населения путем развития водоемких производств;
- формирования рациональной (равномерной) системы расселения в республике;
- сохранения экосистем за счет восстановления водно-ресурсного равновесия;
- охраны и рационального использования ресурсов пресной воды.

Транзитный потенциал ТКК выразится в использовании части его трассы для переброски стока российских рек в бассейн Амударии при наличии соответствующих межгосударственных соглашений между Россией, Казахстаном и Узбекистаном.

Первоочередным звеном развития СВО РК может стать «астанинская ветка» ТКК с водозабором из Шидертинского водохранилища и подачей воды в русло реки Есиль для повышения водообеспеченности столицы республики г. Астаны.

При ожидаемом сокращении трансграничного стока р. Иле с территории КНР потенциальным средством сохранения целостного озера Балкаш является привлечение части стока р. Ертис из Буктырминского водохранилища (рисунок 25). По условию водного баланса в западную часть озера необходим дополнительный приток в размере порядка 2,0 км³ для восполнения потерь на испарение с акватории озера и обеспечения балансового перетока в Восточный Балкаш. Переброска предполагает преодоление «Аягузского» водораздела посредством высоконапорных насосов с возможным строительством микро-ГЭС и напорной оросительной сети.

3. Переброска части стока российских рек в Казахстан по направлению «Катунь-Буктырма».

Предложена обновленная схема взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению в объеме до 4,5 км³/год, позволяющая России компенсировать сокращение Ертисского притока в Омскую область в связи с водозабором в Китае и Казахстане, а также участвовать в освоении эффективных гидроэнергоресурсов на трассе переброски (рисунок 26). Заинтересованность Казахстана заключается в увеличении выработки электроэнергии Ертисским каскадом ГЭС, а также в улучшении условий судоходства и обводнения поймы. В рамках предложенной схемы уточнены потенциальные объемы переброски стока реки Аргут до 2,0–2,6 км³/год с учетом социально-экологических ограничений, а также рассмотрены альтернативные

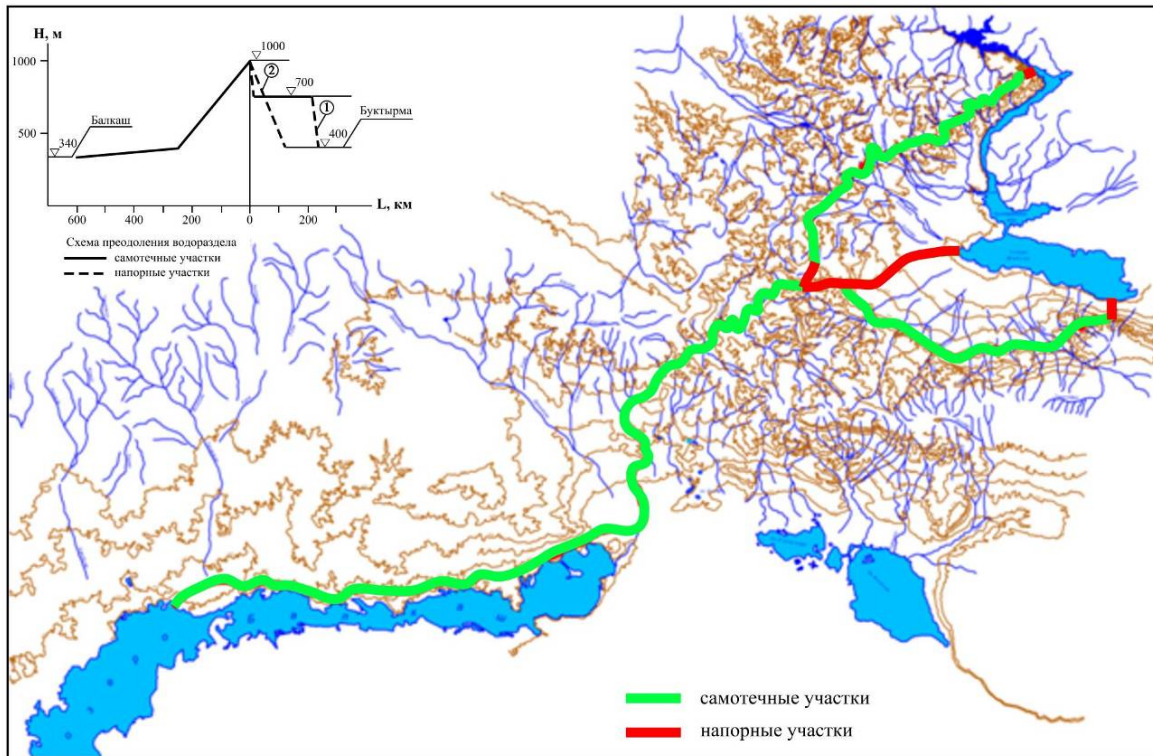


Рисунок 25 – Варианты трасс переброски стока по направлению Буктырма – Балкаш

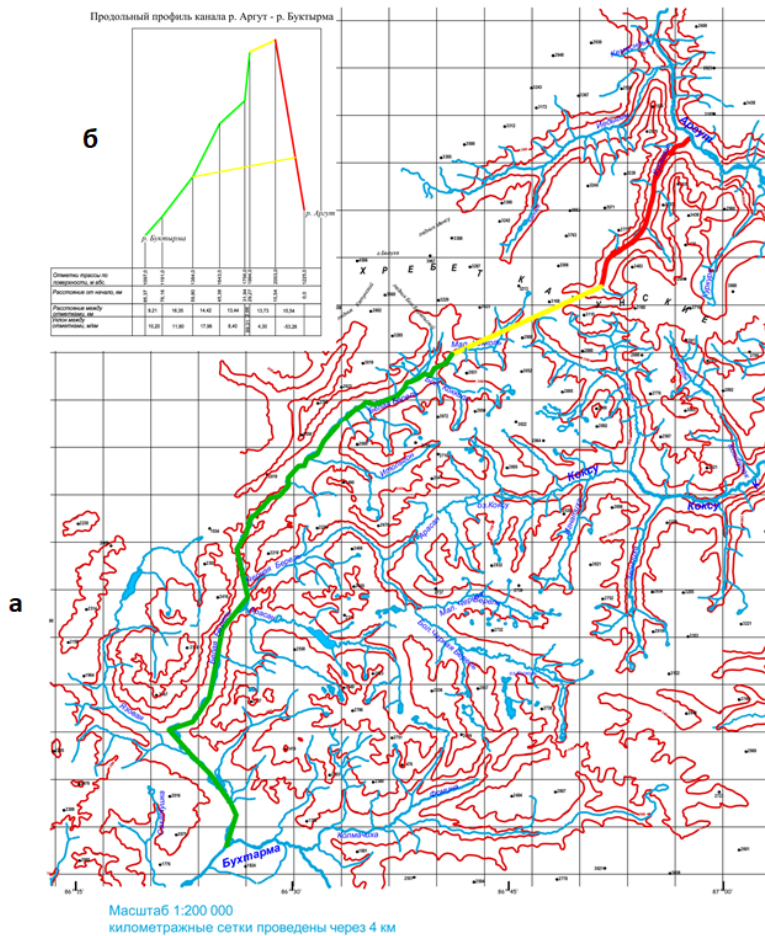
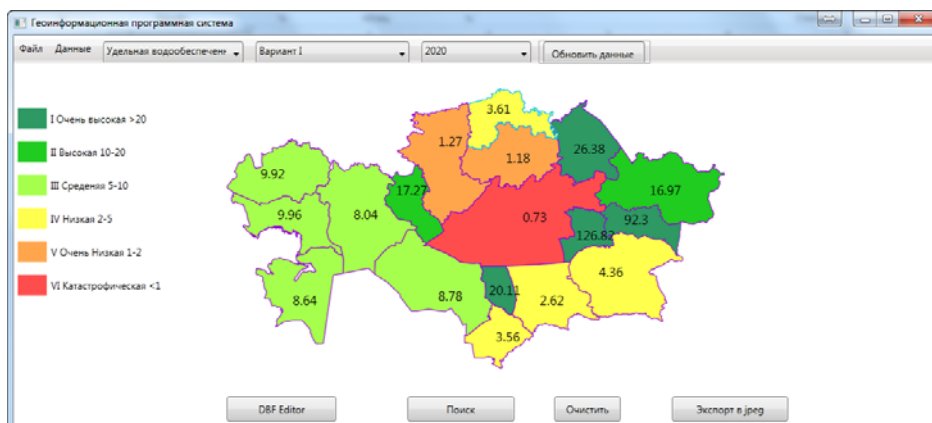
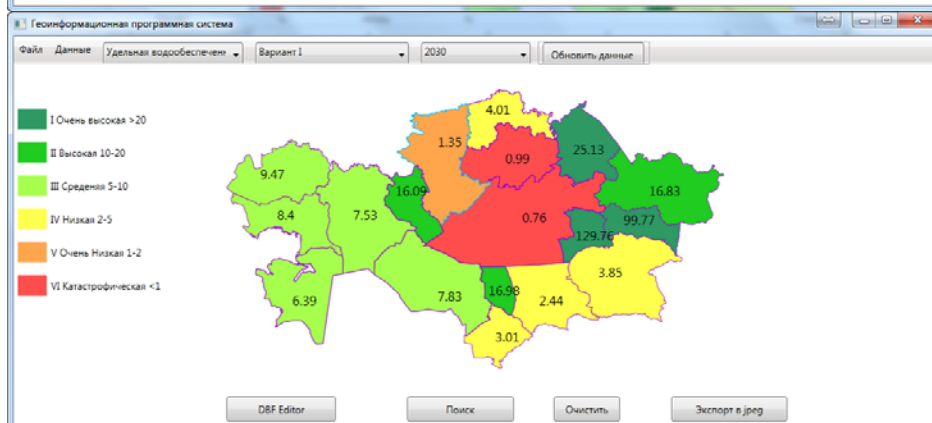


Рисунок 26 –
Схема преодоления
Аргут-Буктырминского водораздела:
а – план; б – профиль.
Варианты: 1 – плотинный;
2 – насосный; 3 – туннельный

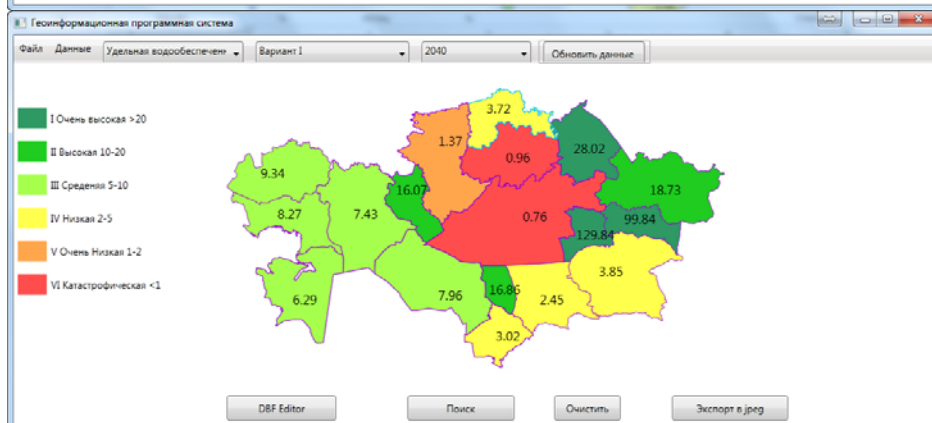
2020 г.



2030 г.



2040 г.



2050 г.

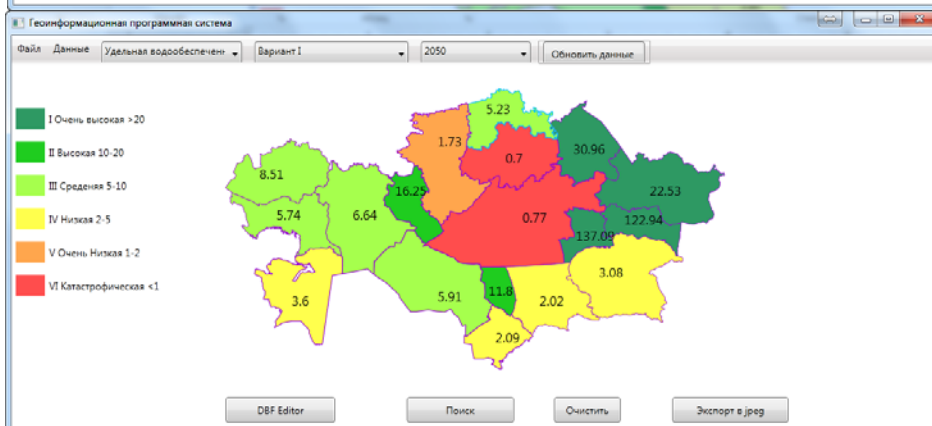


Рисунок 27 – Динамика показателей «удельная водообеспеченность» в разрезе бассейново-областных сегментов на уровне 2020, 2030, 2040 и 2050 гг. при реализации ключевых мероприятий инновационной стратегии

Гидрологический риск 2020

Риск/Надежность

Область \ Бассейн	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есілский	Жайық-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торғайский	Шу-Таласский
Ақмолинская				0.05/0.899				
Ақтөбінская					0/1		0/1	
Алматынская	0/1							
Атырауская					0/1			
Восточно-Казахстанская	0/1		0/1					
Жамбылская								0/1
Западно-Казахстанская					0/1			
Қарағандынская		0/1				0.035/0.866		
Қостанайская							0/1	
Қызылордынская	0/1							
Мәңгітәуская					0/0.998			
Павлодарская			0/1					
Северо-Казахстанская				0.135/0.829				
Южно-Казахстанская	0/1							0/1

Гидрологический риск 2030

Риск/Надежность

Область \ Бассейн	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есілский	Жайық-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торғайский	Шу-Таласский
Ақмолинская				0.197/0.697				
Ақтөбінская					0/1		0/1	
Алматынская	0/1							
Атырауская					0/1			
Восточно-Казахстанская	0/1		0/1					
Жамбылская								0/1
Западно-Казахстанская					0/1			
Қарағандынская		0/1				0.162/0.537		
Қостанайская							0.005/0.975	
Қызылордынская	0/1							
Мәңгітәуская					0/1			
Павлодарская			0/1					
Северо-Казахстанская				0.355/0.592				
Южно-Казахстанская	0/1							0/1

Гидрологический риск 2040

Риск/Надежность

Область \ Бассейн	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есілский	Жайық-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торғайский	Шу-Таласский
Ақмолинская				0.052/0.898				
Ақтөбінская					0/1		0/1	
Алматынская	0/1							
Атырауская					0/1			
Восточно-Казахстанская	0/1		0.011/0.976					
Жамбылская								0/1
Западно-Казахстанская					0/1			
Қарағандынская		0/1				0.04/0.856		
Қостанайская							0/1	
Қызылордынская	0/1							
Мәңгітәуская					0/1			
Павлодарская			0/0.995					
Северо-Казахстанская				0.135/0.831				
Южно-Казахстанская	0/1							0/1

Гидрологический риск 2050

Риск/Надежность

Область \ Бассейн	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертісский	Есілский	Жайық-Каспийский	Нура-Сарысуский	Тобыл-Торғайский	Шу-Таласский
Ақмолинская				0.05/0.899				
Ақтөбінская					0/1		0/1	
Алматынская	0/1							
Атырауская					0/1			
Восточно-Казахстанская	0/1		0/1					
Жамбылская								0/1
Западно-Казахстанская					0/1			
Қарағандынская		0/1				0.035/0.866		
Қостанайская							0/1	
Қызылордынская	0/1							
Мәңгітәуская					0/0.998			
Павлодарская			0/1					
Северо-Казахстанская				0.135/0.829				
Южно-Казахстанская	0/1							0/1

Рисунок 28 – Матрица показателей гидрологического риска и надежности СВО в разрезе бассейново-областных сегментов на уровнях 2020, 2030, 2040 и 2050 гг. при реализации ключевых мероприятий инновационной стратегии

туннельный и насосный варианты преодоления Аргут-Буктырминского водораздела, исключая сооружение высоконапорной плотины и затопление обширных территорий.

Инновационная стратегия ориентирована на поддержку устойчивости предложенной в Генсхеме программы развития НВХК в условиях реализации ожидаемых климатических и трансграничных водных угроз (снижение ресурсов соответственно на 10 и 50%) путем осуществления комплекса ключевых мероприятий по управлению водными ресурсами.

На рисунках 27, 28 приведена картографическая и цифровая визуализация результатов численного моделирования динамики показателей «удельная водообеспеченность» и «водный стресс», «гидрологический риск и надежность» СВО в разрезе бассейново-областных сегментов на уровни 2020, 2030, 2040 и 2050 годов при реализации ключевых мероприятий инновационной стратегии.

Даны обобщенные водохозяйственные характеристики СВО Балкаш-Алакольского, Ертисского и Есильского бассейнов на уровни 2020, 2030, 2040 и 2050 годов с учетом реализации ключевых мероприятий инновационной стратегии.

Выполненными исследованиями обоснована возможность сохранения природно-хозяйственного комплекса озера Балкаш на экологически приемлемом уровне путем совершенствования правил межгосударственного деления стока реки Иле между КНР и РК на принципах «устойчивости» и «справедливости» международного водного права, а также путем переброски стока реки Ертис в западную часть озера преодолением «аягузского водораздела».

Показана водохозяйственная эффективность межбассейнового перераспределения водных ресурсов р. Ертис в условиях климатически обусловленного снижения местного стока и антропогенного сокращения трансграничного стока путем сооружения Трансказахстанского канала. Обоснована необходимость первоочередного сооружения «астанинской ветки» ТКК для повышения водообеспеченности столицы республики – г. Астаны.

Показана целесообразность взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению на основе туннельного и насосного преодоления «Аргут-Буктырминского водораздела», компенсирующего сокращение стока Кара Ертис с территории КНР.

Заключение. Осуществление стратегических мероприятий по водообеспечению бассейновых природно-хозяйственных систем Казахстана требует длительного времени: проектирование, строительство и ввод системообразующих объектов в эксплуатацию занимают до 10–15 лет. Это означает, что научное обеспечение стратегических мероприятий должно начинаться с большой заблаговременностью (порядка 25 лет). Игнорирование этого принципиального положения может привести к крупным просчетам в развитии Национального водохозяйственного комплекса с тяжелыми экономическими ущербами и недопустимыми нарушениями природной среды. В свете изложенного проблемы стратегического планирования водообеспечения природно-хозяйственных систем приобретают важнейшее социально-экономическое и экологическое значение, являясь одним из основных условий выполнения поставленной Президентом РК задачи: «К 2050 году раз и навсегда решить проблему водообеспечения Казахстана».

Полученные результаты можно использовать:

– при разработке новых стандартов выполнения фундаментальных и прикладных НИР, устанавливающих общие требования к методам стратегического планирования водного сектора экономики, в том числе к разработке схем КИОВР на основе технологий имитационного математического (компьютерного) моделирования сложных систем;

– при выработке позиций РК в вопросах межгосударственного вододелия в трансграничных бассейнах с сопредельными странами: Китаем, Россией, Узбекистаном Кыргызстаном, учитывающих интересы Казахстана: его географическое положение, особенности социально-экономического развития и экологического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Воропаев Г.В. Проблемы водообеспечения страны и территориальное перераспределение водных ресурсов // Водные ресурсы. – М.: Наука, 1982. – № 6. – С. 3-28.

[2] Программа действий. Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, 1992 г. – Женева, 1993. – 70 с.

[3] Раткович Д.Я. Гидрологические основы водообеспечения. – М., 1993. – 430 с.

- [4] Водные ресурсы России и их использование. – Санкт-Петербург: Государственный гидрологический институт, 2008. – 650 с.
- [5] Раткович Л.Д. Водохозяйственные проблемы трансграничных бассейнов // Природообустройство. – М., 2008. – № 4. – С. 41-47.
- [6] Экономические и территориальные аспекты управления водохозяйственным комплексом России / Под ред. В. И. Данилов-Данильяна, В. Г. Пряжинской – М.: РАСХН, 2013. – С. 215-239.
- [7] Ясинский В.А., Прохорова Н.Б., Мироненков А.П., Сарсембеков Т.Т. Управление водными ресурсами в государствах – участниках СНГ. – Алматы, 2013. – 504 с.
- [8] Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 2012.
- [9] Государственная программа управления водными ресурсами Казахстана. Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 4 апреля 2014 года, № 786.
- [10] План мероприятий по реализации Государственной программы управления водными ресурсами Казахстана на 2014–2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 5 мая 2014 года, № 457.
- [11] Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно-хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 204 с.
- [12] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – В 30 т. – Алматы, 2012.
- [13] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. – Алматы, 2015. – 582 с.
- [14] Бектурганов Н.С., Пивоваров А.Н., Мальковский И.М. Водная безопасность Республики Казахстан: Трансказахстанский канал «Ертис-Сырдария» // Известия НАЕН. – Астана, 2013. – № 4. – С. 4-9.
- [15] Abishev I.A., Medeu A.R., Malkovskiy I.M., Toleubayeva L.S. Water resources of Kazakhstan and their use // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations Almary, Kazakhstan. September 22-24, 2016. – Vol. 3. – Almaty, 2016. – P. 4-15.
- [16] Medeu A.R., Malkovskiy I.M., Toleubayeva L.S. Principles of water resources management in Kazakhstan // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations Almaty, Kazakhstan. – September 22-24, 2016. – Vol. 3. – Almaty, 2016. – P. 189-201.
- [17] Крицкий С.И., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1952. – 392 с.
- [18] Сванидзе Г.Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. – Тбилиси: Мецниерба, 1964. – 268 с.
- [19] Пузиков Е.М., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д., Каржаубаев К.К. Программный комплекс для оценки прогнозных сценариев водообеспеченности природно-хозяйственных систем Казахстана // Известия Национальной академии Республики Казахстан. – Алматы, 2014. – С. 82-85.
- [20] Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 08.04.2016 г., № 200.
- [21] Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Толева А., Долбешкин М.В., Пузиков Е.М. Оценочная модель сценариев развития единой системы водообеспечения Республики Казахстан // Вопросы географии и геозкологии. – Алматы, 2015. – № 2. – С. 15-25.
- [22] Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Сорокина Т.Е., Таиров А.З., Пузиков Е.М., Толева А., Абдибеков Д.У., Долбешкин М.В., Поветкин Р.Д. Геопространственное имитационное моделирование систем водообеспечения бессточных бассейнов Балкаша и Арала // Вопросы географии и геозкологии. – Алматы, 2016 – № 2. – С. 11-28.
- [23] Malkovskiy I.M., Toleubayeva L.S., Sorokina T.E., Tairov A.Z., Puzikov E.M., Tolekova A., Abdibekov D.U., Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D. Method of simulation for a dynamic-stochastic modeling of Kazakhstan's water supply system // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations. Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. – Vol. 3. – Almaty, 2016 – P. 158-166.
- [24] Хельсинские Правила использования вод международного значения от 20 августа 1966 г.
- [25] Хельсинская Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 г.
- [26] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Географические основы инженерно-технических решений по территориальному перераспределению речного стока для водообеспечения Казахстана // Материалы всемирного конгресса инженеров и ученых «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации» WSEC-2017. – Астана, 2017. – С. 299-308.

REFERENCES

- [1] Voropaev G.V. Water supply problems and territorial water resources redistribution // Water resources. Moscow: Nauka, 1982. N 6. P. 3-28 (in Rus.).
- [2] Program of Action. United Nations Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro, 1992. Geneva, 1993. 70 p. (in Rus.).
- [3] Ratkovic D. Hydrological basis of water supply. M., 1993. 430 p. (in Rus.).
- [4] Water resources of Russia and their use. St. Petersburg: State Hydrological Institute, 2008. 650 p. (in Rus.).
- [5] Ratkovich L.D. Water management problems of transboundary basins // Nature Conservation. Moscow, 2008. N 4. P. 41-47 (in Rus.).
- [6] Economic and territorial aspects of water management in Russia / Ed by. Danilov-Danilyana, V.G. Pryazhinskaya. M.: RAAS, 2013. P. 215-239 (in Rus.).
- [7] Yasinsky V.A., Prokhorova N.B., Mironenkov A.P., Sarsembekov T.T. Water resources management in the CIS states. Almaty, 2013. 504 p. (in Rus.).
- [8] "Kazakhstan-2050" strategy: a new political course of the country. Message of the President of the Republic of Kazakhstan – Leader of the Nation N.A. Nazarbayev to the people of Kazakhstan. Astana, 2012 (in Rus.).
- [9] Kazakhstan state water resources management program. Approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated April 4, 2014, N 786 (in Rus.).
- [10] The plan action for the implementation of the State Water Management Program of Kazakhstan for 2014–2020 years. Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan of May 5, 2014, N 457 (in Rus.).
- [11] Malkovsky I.M. Geographical bases of water supply of natural and economic systems of Kazakhstan. Almaty, 2008. 204 p. (in Rus.).
- [12] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Almaty, 2012. 30 vol. (in Rus.).
- [13] Medeu A.R., Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S., Alimkulov S.K. Water security of the Republic of Kazakhstan: problems of sustainable water supply. Almaty, 2015. 582 p. (in Rus.).
- [14] Bekturganov N.S., Pivovarov A.N., Malkovsky I.M. Water Security of the Republic of Kazakhstan: Trans-Kazakhstan Channel "Ertis-Syrdaria" // News of NAES. Astana, 2013. N 4. P. 4-9 (in Rus.).
- [15] Abishev I.A., Medeu A.R., Malkovskiy I.M., Toleubayeva L.S. Water resources of Kazakhstan and their use // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the "Water for Life" December 22, 2016. Vol. 3. Almaty, 2016. P. 4-15.
- [16] Medeu A.R., Malkovskiy I.M., Toleubaeva L.S. Principles of water resources management in Kazakhstan // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Vol. 3. Алматы, 2016. P. 189-201.
- [17] Kritsky S.I., Menkel M.F. Water management calculations. L.: Hydrometeorological Publishing House, 1952. 392 p. (in Rus.).
- [18] Svanidze G.G. Basis for calculating river flow regulation by the Monte Carlo method. Tbilisi: Metznerba, 1964. 268 p. (in Rus.).
- [19] Puzikov E.M., Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D., Karzhaubaev K.K. A software package for estimating forecast scenarios of water availability of Kazakhstan natural-economic systems // News of the National Academy of the Republic of Kazakhstan. Almaty, 2014. P. 82-85 (in Rus.).
- [20] General scheme of integrated use and protection of water resources - Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan, N 200 dated April 8, 2016 (in Rus.).
- [21] Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S., Tolekova A., Dolbeshkin M.V., Puzikov E.M. Estimated model of scenarios for the development of a unified water supply system in the Republic of Kazakhstan // Issues of Geography and Geoecology. Almaty, 2015. N 2. P. 15-25 (in Rus.).
- [22] Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S., Sorokina T.E., Tairov A.Z., Puzikov E.M., Tolekova A., Abdibekov D.U., Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D. Geospatial simulation of the water supply systems of Balkash and the Aral inland basins // Issues of Geography and Geoecology. Almaty, 2016. N 2. P. 11-28 (in Rus.).
- [23] Malkovskiy I.M., Toleubaeva L.S., Sorokina T.E., Tairov A.Z., Puzikov E.M., Tolekova A., Abdibekov D.U., Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D. Method of simulation for a dynamic-stochastic modeling of Kazakhstan's water supply system // Water resources of Central Asia and their use. Materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations. Almaty, Kazakhstan, September 22-24, 2016. Vol. 3. Almaty, 2016. P. 158-166.
- [24] The Helsinki Rules on the Uses of the Waters of International Rivers. August 20, 1966 (in Rus.).
- [25] The Helsinki Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. March 17, 1992 (in Rus.).
- [26] Medeu A.R., Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S. Geographical foundations of engineering and technical solutions for the territorial redistribution of river flow for water supply in Kazakhstan // Proceedings of the World Congress of Engineers and Scientists "Future Energy: Innovative Scenarios and Methods for their Implementation" WSEC-2017. Astana, June 19-20, 2017. P. 299-308 (in Rus.).

А. Р. Медеу¹, И. М. Мальковский², Л. С. Толеубаева³, А. З. Тайров⁴, Т. Е. Сорокина⁴,
Е. М. Пузиков⁵, М. В. Долбешкин⁵, Р. Д. Поветкин⁵, Д. У. Абдибеков⁶, А. Толекова⁵

¹ҚР ҰҒА академигі, директор (География институты, Алматы, Қазақстан)

²Т.ғ.к., г.ғ.д., профессор, математикалық үлгілеу және табиғи-шаруалық жүйені сумен қамтамасыздандыру зертханасының басты ғылыми қызметкері, «су қоры» бағыты бойынша ғылыми жетекшісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

³Г.ғ.д., математикалық үлгілеу және табиғи-шаруалық жүйені сумен қамтамасыздандыру зертханасының жетекшісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁴Г.ғ.к., математикалық үлгілеу және табиғи-шаруалық жүйені сумен қамтамасыздандыру зертханасының аға ғылыми қызметкері (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁵Магистр, математикалық үлгілеу және табиғи-шаруалық жүйені сумен қамтамасыздандыру зертханасының ғылыми қызметкері (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁶PhD докторанты, математикалық үлгілеу және табиғи-шаруалық жүйені сумен қамтамасыздандыру зертханасының ғылыми қызметкері (География институты, Алматы, Қазақстан)

2050 ЖЫЛЫ КЕЗЕҢІНЕ ДЕЙІН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ТҰРАҚТЫ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ СТРАТЕГИЯСЫ

Аннотация. Мақалада «2050 жылы кезеңіне дейін Қазақстан Республикасын тұрақты сумен қамтамасыздандыру стратегиясы» кіші бағдарламасы бойынша 2015–2017 жж. кезеңінде алынған «Қазақстан Республикасының су қауіпсіздігі – сумен қамтамасыздандырудың тұрақты стратегиясы» ҒЗЖ нәтижелері келтірілген. Мемлекетаралық су қатынасы сипаттамалары ретінде халықаралық іс-тәжірибесінде қабылданған су қауіпсіздігі түсіндірмесінен айрықша және де Қазақстанда су тапшылығы мәселелерін шешу көрінісін қалыптастыратын тіршілік әрекетінің жалпы қауіпсіздік теориясы негізінде су қауіпсіздігі концепциясы өңделген. Олардың теңгерімі бойынша іс-шаралардың жасау негізі ретінде есептік даму кезеңіне су артылуы және тапшылығын айқындайтын табиғи-шаруашылық жүйелерді сумен қамтамасыздандыру сценарийлерінің имитациялық үлгілеу талдауы және болжамы өңделген. Су қорларын қорғау және кешенді пайдалану Басты сұлбасында ескерілмеген және оған жауабы ретінде ҚР климаттық және трансшекаралық су қауіпіна ұзақмерзімді қағидалы шешімдері негіздеріне бағытталған республиканың ұлттық сушаруашылық кешеніне стратегиялық инновациялық дамуы өңделген.

Түйін сөздер: Қазақстан Республикасының Ұлттық сушаруашылық кешені, имитациялық үлгілеу, сценарийлары, сумен қамтамасыздандыру, Трансқазақстандық канал, өзен ағындысын аудару.

А. R. Medeu¹, I. M. Malkovsky², L. S. Toleubaeva³, A. Z. Tairov⁴, T. E. Sorokina⁴,
E. M. Puzikov⁵, M. V. Dolbeshkin⁵, R. D. Povetkin⁵, D. U. Abdibekov⁶, A. Tolekova⁵

¹Academician of the National Academy of Sciences Kazakhstan, Director
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

²Candidate of Technical science, Doctor of geographical Science, Professor, Chief Researcher, Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling, Scientific Leader of "Water Resources" (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

³Doctor of Geographical Science, Head of the Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

⁴Candidate of Geographical Science, Senior Researcher, Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

⁵Master of Science, Researcher, Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

⁶PhD Doctoral student, Researcher, Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

SUSTAINABLE WATER SUPPLY STRATEGY OF KAZAKHSTAN FOR THE PERIOD UP TO 2050

Abstract. The article presents the results of the research work "Water security of the Republic of Kazakhstan - sustainable water supply strategy", for the period 2015–2017 years under the subprogram "Strategy of sustainable water supply of the Republic of Kazakhstan for the period until 2050 year". Based on the general life safety theory, developed the concept of water security, which formulates a vision of water deficit problem solution in Kazakhstan and differs from the water security interpretation adopted in the world practice as characteristics of interstate water relations. Developed simulation model for the analysis and forecasting of water supply scenarios for natural-economic systems, with the identification of water deficits and excess at the required development stages as the basis of balancing measures. An innovative strategy for the development of the national water management complex was developed, for substantiating the fundamental long-term solutions in response to the complex and water resources use in the "General Scheme" that are not considered in the climate and transboundary water threats of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: national water economic complex, imitation modeling, scenario, water safety, Transkazakhstan channel, river flow transfer.

УДК 336.748.14 (575.14)

С. К. Вейсов¹, Г. О. Хамраев²

¹К.г.н., ведущий научный сотрудник (Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Государственного комитета по охране окружающей среды и земельным ресурсам, Ашхабад, Туркменистан)

²К.г.н., заведующий кафедрой гидрометеорологии
(Туркменский государственный университет им. Магтымгулы, Ашхабад, Туркменистан)

ПРОВЕДЕНИЕ ПЕСКОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ПУСТЫНИ КАРАКУМ

Аннотация. В Туркменистане в рамках Постановления Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова «О строительстве и реконструкции автомобильных дорог в Туркменистане» от 21 мая 2007 года для закрепления подвижных песков были проведены комплексные научные исследования вдоль трассы автомобильных дорог, в том числе и автомобильной дороги Ашхабад – Дашогуз. Рекомендованы и использованы наиболее эффективные методы пескоукрепительных мероприятий для условий Центральных и Заунгузских Каракумов. Предложены различные сочетания типов механических защит в комплексе с фитомелиорацией, то есть с одновременным посевом и посадкой растений-пескоукрепителей. На некоторых участках дороги было рекомендовано использовать такырную глину для закрепления раздуваемых (в том числе и спланированных) песчаных поверхностей. Все перечисленные методы позволили существенно снизить возникновение дефляционных процессов вдоль автомобильной дороги Ашхабад – Дашогуз.

Ключевые слова: песчаные заносы, пескозащитные мероприятия, растения-пескоукрепители, Каракумы.

В рамках Постановления Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова в короткий срок были проведены комплексные научные исследования вдоль трассы автомобильных дорог Туркменбаши – Фараб и Ашхабад – Дашогуз для проведения пескоукрепительных мероприятий, так как недостаточный учет и недооценка природной структуры пустынных ландшафтов могут привести к возникновению активных песчаных заносов. Основной целью нашей работы было:

проведение комплексных исследований ландшафтно-экологических условий вдоль трасс автомобильных дорог со строгим учетом объемов планировочных работ на песчаном рельефе;

разработка прогнозных данных ветрового режима исследуемой территории и подсчет возможных объемов переноса песка в течение года;

разработка конкретных научно обоснованных природоохранных рекомендаций и методов защит от дефляционных процессов по каждому отдельному участку автомобильных дорог.

В целях эффективного выполнения этой работы была применена усовершенствованная методология научно-исследовательских работ (НИР) проведения пескоукрепительных мероприятий при строительстве линейных инженерных объектов в пустынных условиях Туркменистана. Кроме того, учитывалось влияние изменения климата, что заметно усилило интенсивность опустынивания, в том числе и дефляционных процессов, при которых образуются техногенные эоловые формы [7]. Для более детального и объективного анализа весь объем НИР был разделен на последовательно и логически связанных между собой пять основных этапов. В качестве примера мы остановились на разработке рекомендаций для автомобильной дороги Ашхабад – Дашогуз.

На первом этапе был проведен комплексный камеральный анализ дефляционных условий вдоль автомобильной дороги, которая пересекает исследуемую территорию Каракумов с юга на

север, а ее длина составляет около 670 км. Кроме того, обработаны многолетние данные по ветру (10 лет) по метеостанциям: «Бокурдак», «Каррыкуль», «Дашогуз», «Ербент», «Дарваза» и «Шахсенем», которые находятся непосредственно по трассе дороги. Проведен анализ ветрового режима, составлены графики теплого и холодного ветровых сезонов, разработаны прогнозные данные возможного объема переноса песка по основным направлениям господствующих ветров в м³/м в год, которые могут возникнуть при нивелировке песчаного рельефа [3, 4].

Второй этап охватил полный цикл полевых работ, который составил двухмесячный период. Определены скорости возможного передвижения барханов (путем установки реперов с записью в журнале наблюдений места и даты установки репера и высоты бархана). Более того, были проведены профильные и плановые съемки по основным элементам эолового рельефа вдоль трассы дороги. Там же отбирались образцы песка для механического анализа с целью определения господствующей фракции, степени окатанности и крупности песчаных зерен. Кроме того, именно в полевой период собраны материалы по инженерно-геоморфологическому обоснованию проведения пескоукрепительных работ.

Рассмотрим конкретные инженерно-геоморфологические условия участков автомобильной дороги, которая пересекает Ахалский и Дашогузский велаяты.

В южной и центральной части Центральных Каракумов, где проходит трасса автомобильной дороги Ашхабад – Дашогуз, встречаются разнообразные формы эолового рельефа. Наиболее типичными для района исследований являются грядовые, грядово-бугристые, грядово-ячеистые, бугристые, ячеистые, барханные пески, а также такыры, солончаки и их комплексы.

Одна из основных форм рельефа – грядовые пески, занимающие значительные площади по трассе автомобильной дороги. Протяженность наиболее крупных гряд достигает 8–10 км при их максимальной относительной высоте 10–20 м и ширине 500–600 м. Ширина межгрядовых понижений колеблется в пределах десятков и первых сотен метров, иногда до 2–3 км, а их днища нередко заняты обширными такырами.

По высоте грядовые пески делятся на мелкогрядовые (до 3 м), среднегрядовые (до 6 м), крупногрядовые (до 8 м) и высокогрядовые (до 10 м и более). Встречаются также широкие и весьма протяженные песчаные гряды (20–30 км). Очень мелкие, так называемые перистые песчаные гряды развиты на всей территории. Эти гряды имеют, как правило, небольшую протяженность (до 1–5 км) и незначительные относительные высоты порядка 2–3 м. Для них характерно линейное, часто взаимно параллельное расположение [2].

Грядово-бугристые пески также широко представлены в районе исследований. В этом комплексе бугристые пески являются осложняющими формами рельефа. Бугры приурочены главным образом к пологим восточным склонам и межгрядовым понижениям и являются по отношению к грядам вторичными образованиями. Относительная высота бугров колеблется от 1–2 до 3–4 м, а гряды имеют высоту 6–12 м. В целом грядово-бугристые пески хорошо закреплены растительностью.

Особенность грядово-ячеистых песков заключается в широком сочетании ячеистых форм с отдельными грядами, ориентированными почти меридионально с севера на юг, а местами с северо-востока на юго-запад. Границы, разделяющие ячеистые пески и грядовые, не четкие. Длина гряд достигает 7–8 км, высота – от 5–7 до 20 м, а ширина – 120–280 м.

Подвижные и полуподвижные барханные пески на территории размещены неравномерно. Они встречаются небольшими пятнами и крупными массивами. Мощность эоловой толщи, не подвергающейся постоянному воздействию антропогенного фактора, достигает 5–7 м.

Наиболее крупные массивы барханных песков встречаются вокруг колодцев и такыров, которые круглогодично используются для водопоя и занимают площади до нескольких сотен гектаров. Мощность эоловой толщи увеличивается до 10–15 м и местами до 20–30 м.

Барханные пески подразделяются на несколько форм: одиночные барханы, барханные цепи, барханные поля, барханные гряды. На поверхности всех подвижных песков образуется ветровая рябь, всегда перпендикулярная направлению действующих ветров. Ориентировка барханных цепей в Центральных Каракумах почти везде меридиональная. Местами они отклоняются на запад и восток на 5–20°. Их общая мощность колеблется от 1 до 30 м. Ширина цепей варьирует от 10–15 до

200–300 м. Длина цепей может достигать нескольких километров. Расстояние между цепями меняется в зависимости от мощности подвижного субстрата в пределах десятков метров [6].

Пески, расположенные между Ербентом и Дарвазой, очень схожи по морфологии с предыдущим районом, потому что имеют единый генезис и похожие условия формирования. Здесь выделяются следующие типы рельефа: грядовый, ячеистый и их комплексы, а также барханные пески вокруг населенных пунктов.

Барханные пески распределяются по территории крайне неравномерно. Они разбросаны небольшими пятнами и крупными массивами. Наиболее крупные массивы располагаются вокруг населенных пунктов и колодцев. Площади подвижных песков достигают нескольких десятков гектаров. Мощность эоловых песков составляет до 10–15 м.

Грядовый рельеф представлен крупногрядовыми и крупногрядово-котловинными песками. Они ориентированы в основном с северо-востока на юго-запад. Северо-западные склоны их пологие, расчлененные язвами выдувания, юго-восточные склоны крутые, хорошо задернованы. Вершины грядового рельефа обарханены. Межгрядовые понижения хорошо задернованы.

Ячеистый рельеф также формируется мелкими и средними ячеями. Диаметр ячей от 60 до 100 м. Иногда встречаются небольшие такыры. Их особенностью является малая мощность эолового наноса. Кроме того, встречаются сочетания обоих типов рельефа – ячеистого и грядового с преобладанием второго типа.

Грядово-ячеистый комплекс является сочетанием грядового и ячеистого рельефа. Здесь тоже выделяются мелкогрядово-мелкоячеистые пески. Диаметр ячей – менее 50 м, глубина – более 2 м, а ширина перемычек между ними достигает 100–150 м. Повсеместно встречаются асимметричные гряды, имеющие меридиональную ориентированность.

В среднегрядово-среднеячеистых песках диаметр ячей достигает 100 м. Ячеи несколько вытянуты в северо-западном направлении. Высота гряд до 15 м, вершины обарханены. В понижениях идут сильные процессы дефляции.

В процессе строительства все существующие виды рельефа преобразуются в техногенный рельеф. Техногенный рельеф преимущественно выровненный, слегка пологоволнистый за счет углублений (места выдуваний) и песчаных плащей (места аккумуляций). Имеются редкие одиночные барханы, как правило, образованные из песчаных отвалов.

Техногенный рельеф в виде горизонтальных площадок, созданных путем планировки исходного эолового рельефа по среднему профилю, под воздействием эоловых процессов начинает видоизменяться [1]. В нем вырабатываются котловины, понижения, формируются бугры и даже барханы. При этом происходит восстановление рельефа, но в оголенном варианте: там, где до планировки была гряда или бугор, образуется положительная форма рельефа в виде бархана или вала, а там, где была котловина или межгрядовое понижение, – котловины или ложбины. Таким образом приводится в равновесие система исходного рыхлопесчаного грунта и режима ветров, сложившегося на данной территории.

Насыпи в межгрядовых понижениях выдуваются, все траншеи и котловины засыпаются, то есть сформировавшаяся и незафиксированная поверхность техногенного рельефа подвергается раздуванию и выдуванию песка.

Песчаные заносы на автомобильных дорогах условно можно подразделить на языковые, сплошные и их сочетания (рисунок 1). Кроме того, в период строительства и реконструкции автомобильных дорог происходит интенсивное раздувание насыпи и дорожного полотна, особенно на массивах барханных песков.

Мы рекомендовали в качестве защитных методов использовать различные сочетания типов механических защит в комплексе с посевом и посадкой растений-пескоукрепителей. Однако подобные защиты рассматриваются как временные (срок 2–3 года), поэтому рекомендуются только в комплексе с фитомелиорацией. Для указанных целей обычно используются клеточные и многорядные полускрытые механические защиты. Клеточные защиты на участках автомобильной дороги Бахардок–Дарваза были применены только на барханных песках, то есть закреплялись их склоны до вершин. Ширина закрепляемой зоны колебалась от 10 до 500 м с наветренной стороны и вдвое меньше – с подветренной. В межклеточное пространство следует дополнительно засыпать глину (толщина слоя 2–3 см). Размеры клеток в зависимости от ветрового режима были 2x2 м. Расстояние



Рисунок 1 – Языковые песчаные заносы на автомобильной дороге

между рядовыми защитами (из камыша) выбирались в зависимости от скорости ветра и крутизны склонов барханов. Так, при скорости ветра, не превышающей 17–20 м/с, и крутизне склонов 5, 10, 15° на наветренных склонах расстояние будет соответственно составлять 4, 3 и 2 м. Если скорость ветра при соответствующих условиях превышает 20 м/с, то расстояние должно составить 3, 2 и 1 м. В конце января были проведены посев или посадка растений-пескоукрепителей, так как к этому времени барханы приобрели устойчивый профиль и в песке накопилось достаточное количество влаги для прорастания саженцев [5].

Учитывая поступательно-колебательное движение барханных форм по трассе автомобильной дороги Бахардок–Дарваза, мы рекомендовали от вершины форм и далее (барханы, которые не примыкают непосредственно к оси дороги) устанавливать полускрытые механические защиты, то есть ряды из камыша. Они представляли собой систему из параллельных рядов с расстоянием между ними 2 м. Выбранные защиты наиболее удобны в местах, где еще сохранилась местная растительность, так как посадка новых растений между рядами, ближе к наветренной стороне, приведет к полному прекращению выноса и переноса песка.

На барханных песках мы не рекомендовали располагать участки автодороги в понижениях между барханными цепями. Так как при планировке они сохраняют тенденцию к восстановлению первоначальной формы и высоты, то это неминуемо приведет к засыпанию дороги. Наиболее оптимальный вариант – по возможности сохранить высокое положение автодороги, а в ряде случаев ее следует устраивать на одном уровне с эоловыми формами окружающего рельефа. Однако если пески хорошо заросшие, тогда автодорогу можно расположить в межрядовом понижении без опасения возникновения песчаных заносов. Было рекомендовано устраивать откосы дороги 1:5 или 1:4, но не круче 1:4. На ее откосах необходимо провести глинование путем отсыпки глины слоем 3–5 см с последующим опрыскиванием водой 1,5–2,0 л/м². Операция опрыскивания необходима для предотвращения выдувания ветром сухих пылеватых частиц глины за счет создания нераздуваемой корочки. При закреплении откосов дороги можно использовать при необходимости и отработанные минеральные масла в количестве 2–3 л/м². В местах прогнозируемого интенсивного переноса песка нами было рекомендовано создавать условия для безаккумуляционного переноса песка ветром через автомобильную дорогу, то есть без его отложения на проезжей части. Нельзя устанавливать клеточные или рядовые механические защиты из камыша вплотную к автомобильной дороге. Расстояние защит от оси дороги должно быть не менее 30–40 м, так как близкое расположение механических защит, которые являются прекрасными накопителями песка, может создать угрозу заносов песком проезжей части дороги. Было рекомендовано подвижные эоловые



Рисунок 2 – Полная блокировка подвижных барханов клеточными защитами

формы, расположенные вблизи дороги, полностью блокировать методом установки клеточных или рядовых механических защит по всей площади эоловых форм (рисунок 2). При этом ряды должны быть обязательно ориентированы перпендикулярно к направлению господствующих ветров.

Там, где почвенные и лесорастительные условия закрепления раздуваемых ветром песчаных поверхностей наиболее благоприятны, рекомендуем применить методы фитомелиорации: подсев семян или посадку саженцев псаммофитов – именно саженцев с хорошо развитой корневой системой.

Наиболее положительной стороной фитомелиорации является ее комплексность, то есть она может быть проведена одновременно, комбинированно с другими методами: механическими защитами, сыпучими и вяжущим материалами.

Приживаемость растений пескоукрепителей на закрепленных участках во многом зависит от их видового состава, срока посадки, качества посадочного материала и степени нарушенности поверхности. Наилучшая приживаемость выявлена при использовании черенков и сеянцев кандыма (60–80%), достаточно высокая – у сеянцев черкеза (50–55%), а наименьшая – у саксаула белого (30–35%). Опытами доказано, что на участках, где вынос и аккумуляция сведены к минимуму, сохраняется 90% высаженных растений, а на незакрепленных участках гибель растений составляет почти 100%.

Посадка лиственных пород на окраине орошаемых земель и в местах близкого залегания грунтовых вод будет способствовать снижению уровня грунтовых вод, а установка механических защит с последующим посевом и посадкой древесно-кустарниковых растений приведут к уменьшению ветровой эрозии.

Следует заметить, что увеличение кустарниковой растительности вдоль трассы автомобильной дороги окажет благоприятное влияние на увеличение биоразнообразия. Приведенная усовершенствованная методология научно-исследовательских работ позволила нам в короткие сроки провести полное обследование автомобильной дороги Ашхабад–Каракумы–Дашогуз и разработать конкретные и эффективные меры для каждого отдельного участка дороги по защите ее от песчаных заносов и выдувания (рисунок 3).

Анализ наших лабораторных опытов по взаимодействию песка с глиной показывает, что сущность их связывания заключается в образовании на поверхности песка глинистой корки, прочность которой зависит от степени сцепления между собой глинистых частиц с поверхностью песка. Местная глина с такыров наиболее удобна для бронирования (отсыпки) раздуваемой поверхности песка слоем до 5 см. Подобный способ способствует осуществлению безаккумуляционного переноса песка. По краям «брони» желательно устраивать «замок» путем заливки фиксирующего состава, что предохраняет края «брони» от разрушения.



Рисунок 3 – Прорастающая растительность на механических защитах

Мы предложили использовать такырную глину и для закрепления раздуваемых (в том числе и спланированных) песчаных поверхностей. Суть способа закрепления заключается в наброске сухой такырной глины слоем 2–3 см с последующим опрыскиванием ее водой 2,5–3,0 л/м². Расход глины при сплошном покрытии – 200–300 м³ на 1 га. Если закрепляемая поверхность имеет вид полосы (вдоль дороги) шириной 50 м, тогда при том же расходе глины можно закрепить 100 м, то есть один пикет (с обеих сторон дороги).

Кроме того, линейным эксплуатационным участкам (ЛЭУ) было рекомендовано разработать и осуществлять текущий и капитальный ремонт клеточных защит и проводить дополнительный посев растений пескоукрепителей, так как при сильном переносе песчаного материала механические клетки полностью засыпаются через два года.

После завершения работ были разработаны рекомендации по созданию охранной зоны и принципам ее функционирования. В охранной зоне были полностью запрещены пастбища скота, скотопрогон, стихийная езда автотранспорта, вырубка и выкорчевка растительности, земляные и прочие хозяйственные работы, не связанные с эксплуатацией автомобильной дороги, которые могут способствовать возникновению и усилению песчаных заносов. В местах пескоукрепительных и озеленительных работ была запрещена порча насаждений (обламывание веток, свалка мусора, загрязнение почвы токсичными веществами и т.п.). Строгая охрана должна соблюдаться в полосе шириной до 250 м в оазисе, культурном ландшафте и не менее 1000 м в песчаной пустыне, по обе стороны автомобильной дороги. Кроме того, на заключительном этапе работ были подготовлены в окончательном варианте карты по проведению пескоукрепительных работ и ведомости по всей длине реконструируемой автомобильной дороги Ашхабад–Каракумы–Дашогуз.

Наибольший эффект был получен, когда перечисленные методы были применены комбинированно, то есть в сочетании друг с другом. Таким образом, удалось значительно уменьшить опасность возникновения дефляционно-аккумулятивных процессов, а на отдельных участках полностью остановить движение барханов на автомобильную дорогу Ашхабад–Дашогуз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1995.
- [2] Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. – Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.
- [3] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Аннаева Г.О. Методы проектирования и защиты линейных инженерных объектов в Каракумах // Проблемы освоения пустынь. – 2007. – № 4.
- [4] Вейсов С.К., Курбанов О.Р., Хамраев Г.О., Акыниязов А.Д. Эоловые равнинные ландшафты Каракумов // Проблемы освоения пустынь. – 2009. – № 1.

- [5] Вейсов С.К., Курбанов О.Р., Добрин А.Л., Хамраев Г.О. Защита от песчаных заносов транскаркумской автомобильной дороги // Проблемы освоения пустынь. – 2010. – № 3-4.
- [6] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Акынязов А.Д. Динамика барханного рельефа Западного Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. – 2008. – № 4.
- [7] Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата. – Ашхабад, 2012.

REFERENCES

- [1] Babayev A.G. Problems of deserts development. Ashkhabad: Ylym, 1995 (in Rus.).
- [2] Babayev A.G. Problems of deserts and desertification. Ashkhabad: Turkmen state publishing service, 2012 (in Rus.).
- [3] Weisov S.K., Khamrayev G.O., Annayeva G.O. Methods of designing and defense of linear engineering objects in Kara-Kum // Problems of deserts development. 2007. N 4 (in Rus.).
- [4] Weisov S.K., Kurbanov O.R., Khamrayev G.O., Akyniyazov A.D. Eolian plain landscapes of Kara-Kum // Problems of deserts development. 2009. N 1 (in Rus.).
- [5] Weisov S.K., Kurbanov O.R., Dobrin O.R., Khamrayev G.O., Protection from sandy downs of trans-Kara-Kum highway // Problems of deserts development. 2010. N 3-4 (in Rus.).
- [6] Weisov S.K., Khamrayev G.O., Akyniyazov A.D. Dynamic of sand dune landscape of West Turkmenistan // Problems of deserts development. 2008. N 4 (in Rus.).
- [7] National strategy of Turkmenistan on climate change. Ashkhabad, 2012 (in Rus.).

С. К. Вейсов¹, Г. О. Хамраев²

¹Г.ғ.к., Ұлттық институтының жетекші ғылыми қызметкері (Түрікменстан қоршаған ортаны қорғау және жер ресурстары Ұлттық комитетінің шөл, өсімдік жамылғысы және жануарлар әлемі, Ашхабад, Түрікменстан)

²Г.ғ.к., гидрометеорология кафедрасының меңгерушісі
(Магтымгулы атындағы Түркмен мемлекеттік университеті, Ашхабад, Түрікменстан)

КАРАҚҰМ ҚҰМДАРЫ ЖАҒДАЙЫНДА АВТОКӨЛІК ЖОЛДАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ КЕЗІНДЕ ҚҰМ ТОҚТАТҚЫШ ІС-ШАРАЛАРДЫ ЖҮРГІЗУ

Аннотация. Түрікменстанда ел президенті Гурбангулы Бердымухамедовтың 21-ші мамырдың 2007 жылы № 8626 «Түрікменстанда автокөлік жолдарын құру және қалпына келтіру» қаулысы шеңберінде қозғалмалы құмдарды бекіту үшін автокөлік жолдары трассасы төңірегінде, сонымен қатар Ашхабад – Дашогуз автокөлік жолында кешенді ғылыми зерттеулер жүргізілді. Орталық және Унгуз алды Қарақұмы жағдайлары үшін құм тоқтатқыш іс-шаралардың айрықша тиімді әдістері ұсынылды және пайдаланылды. Жолды құмды күрткіктерден қорғаудың келесі әдістері ұсынылды: фитомелиорация кешені бар механикалық қорғау түрлерінің әртүрлі үйлесімдері, яғни құм нығайтқыш өсімдіктерді бір уақытта егу шаралары. Одан басқа, жолдың кейбір учаскелерінде тақырлы балшықты желдеткіш (сондай-ақ жоспарланған) құмды беткейлерді бекіту үшін пайдалану ұсынылған. Барлық жоғарыда айтылған әдістер Ашхабад – Дашогуз автокөлік жолдары трассасы төңірегінде дефляциялық үрдістердің туындауын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: құмды күртелер, құм қорғағыш іс-шаралар, құм нығайтқыш өсімдіктер, Қарақұм.

S. K. Veisov¹, G. O. Hamrayev²

¹Candidate of geographical sciences, lead research worker (National Institute of deserts, flora and fauna of State Committee for environment protection and land resources of Turkmenistan, Ashgabat, Turkmenistan)

²Candidate of geographical sciences, head of a chair of hydrometeorology
(Turkmen State University named after Magtymguly, Ashgabat, Turkmenistan)

SAND CONSOLIDATION MEASURES BY THE BUILDING OF HIGHWAYS IN CONDITIONS OF KARAKUM DESERT

Abstract. In Turkmenistan, within the framework of President Gurbanguly Berdimuhamedov Resolution "On Building and Reconstruction of Highways in Turkmenistan" dated May 21, 2007, No. 8626, comprehensive research was carried out along the motorway route, including the highway Ashgabat – Dashoguz to fix mobile sands. The most effective methods of sand consolidation measures were recommended and used for the conditions of the Central and Zaunguz Karakums. The following methods of protecting the road from sand drifts have been proposed: various combinations of types of mechanical protection in combination with phytomelioration, that is, simultaneous sowing and planting of sand-consolidating plants. In addition, on some sections of the road, it was recommended to use takyr clay to fix blown (including planned) sand surfaces. All of the above methods have significantly reduced the emergence of deflationary processes along the highway: Ashgabat – Dashoguz.

Keywords: sand drifts, sand-protective events, sand-fixing plants, the Karakum.

Е. Е. Халыков¹, М. М. Тоғыс², С. А. Уксукбаева², Ж. М. Шарапханова²

¹PhD докторант, научный сотрудник лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования (Институт географии, Сатпаев университет, Алматы, Казахстан)

²Младший научный сотрудник лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования (Институт географии, Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ В ДОЛИНЕ РЕКИ МУКЫР С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В осенние периоды с 2012 по 2017 г. в Алматинской области были проведены полустационарные наблюдения и дополнительное изучение овражной эрозии в долине р. Мукыр (Коксуский район). Большинство оврагов в этой долине растущие, имеющие прирост вершинной и глубинной частей, преимущественно за счет флювиальных процессов. Статья содержит результаты полевых и камеральных исследований. Изучены факторы, влияющие на развитие овражной эрозии, приведена морфометрическая характеристика оврагов, полученная на основе современных приборов и космических снимков. Приведены результаты анализа полевых сведений, космических снимков и материалов разных лет.

Ключевые слова: овражная эрозия, овраги, ГИС-технология, река Мукыр, Жетысу Алатау.

Введение. Оврагообразование представляет собой сложный рельефообразующий процесс, связанный с поверхностным размывом горных пород временными потоками талых и дождевых вод [1].

Овраги образуются в естественных условиях на склонах речных долин, балок, суходолов, но нередко в результате хозяйственного использования земель при деградации растительности в пригородных зонах, поселках, а также при добыче полезных ископаемых и строительстве.

Овраги являются одной из распространенных деструктивных форм рельефа в горах и предгорьях Жетысу Алатау, находящихся в Юго-Восточном Казахстане. Эти территории на протяжении тысячелетий являются местом хозяйственной деятельности, что обусловлено их благоприятными природными условиями [2]. Усиление антропогенной нагрузки способствует формированию овражной эрозии, особенно активное развитие выявлено с помощью космических снимков в долине реки Мукыр. Там были проведены полустационарные наблюдения за оврагами различных типов, находящихся в разных стадиях развития. Исток реки Мукыр расположен в западной части Жетысу Алатау в горах Шаган (2551 м), а затем через 100 км она впадает в р. Биже, в бассейне реки Каратал. Воды реки Мукыр используются для орошения полей фермерских хозяйств и садов, где выращивают плодовые, кормовые и зерновые культуры.

Актуальность исследований овражной эрозии в данном регионе определяется потребностями в планировании допустимых нагрузок на природную среду в экологически безопасном плане. Овражная эрозия наиболее опасна в предгорных и равнинных районах, где в настоящее время площади эродированных земель увеличиваются, снижается их продуктивность. Результатом проявления овражной эрозии является не только экологический (потеря плодородия), но и экономический ущерб (снижение эффективности сельскохозяйственного производства).

Методы исследований: полевое инструментальное (наблюдательные ключевые участки), применение высокоточного лазерного 3D сканера RIEGL VZ-4000 для получения детальной цифровой модели местности в виде массива облаков точек (с использованием программы RiscanPro для обработки полученных данных), картографическое, ГИС, дешифрирование космических снимков среднего и высокого разрешения с использованием программы ArcGIS, сравнительный, системный анализ и описание результатов.

Результаты и их обсуждение. По географическому положению рассматриваемая территория представляет собой западные отроги Жетысу Алатау, слабо расчлененное средне-мелкогорье (горы Жанабай, Албасу, Жуантобе) с абсолютными отметками от 900 до 1600 м над уровнем моря. Рельеф сглаженный, усложненный системой пологих долин и логов, относительные превышения не больше 200–250 м.

Исследуемая территория по геоморфологическому районированию относится к области орогенного пояса Южного и Юго-Восточного Казахстана, укрупненному геоморфологическому району – хребтов и предгорий Жетысу Алатау [3]. По морфогенетическому типу это аккумулятивный рельеф, наложенный на денудационную поверхность. Это холмисто-увалистый рельеф с большим количеством неглубоких, преимущественно сухих оврагов и долин временных водотоков с преобладанием северного направления.

Поверхность сложена четвертичными суглинками серовато-желтого цвета, галечниками и песками. Мощность суглинков колеблется от 2,55 до 3,10 м, в среднем 2,87 м. Инженерно-геологические условия и рельефообразующие процессы показаны на рисунке 1. Развитие рельефообразующих процессов протекает площадно, линейно и точно. Процессы одновременно изменяют рельеф и участвуют в переотложении вещества, т.е. в формировании современного рельефа участка одновременно принимают участие процессы денудации и аккумуляции.

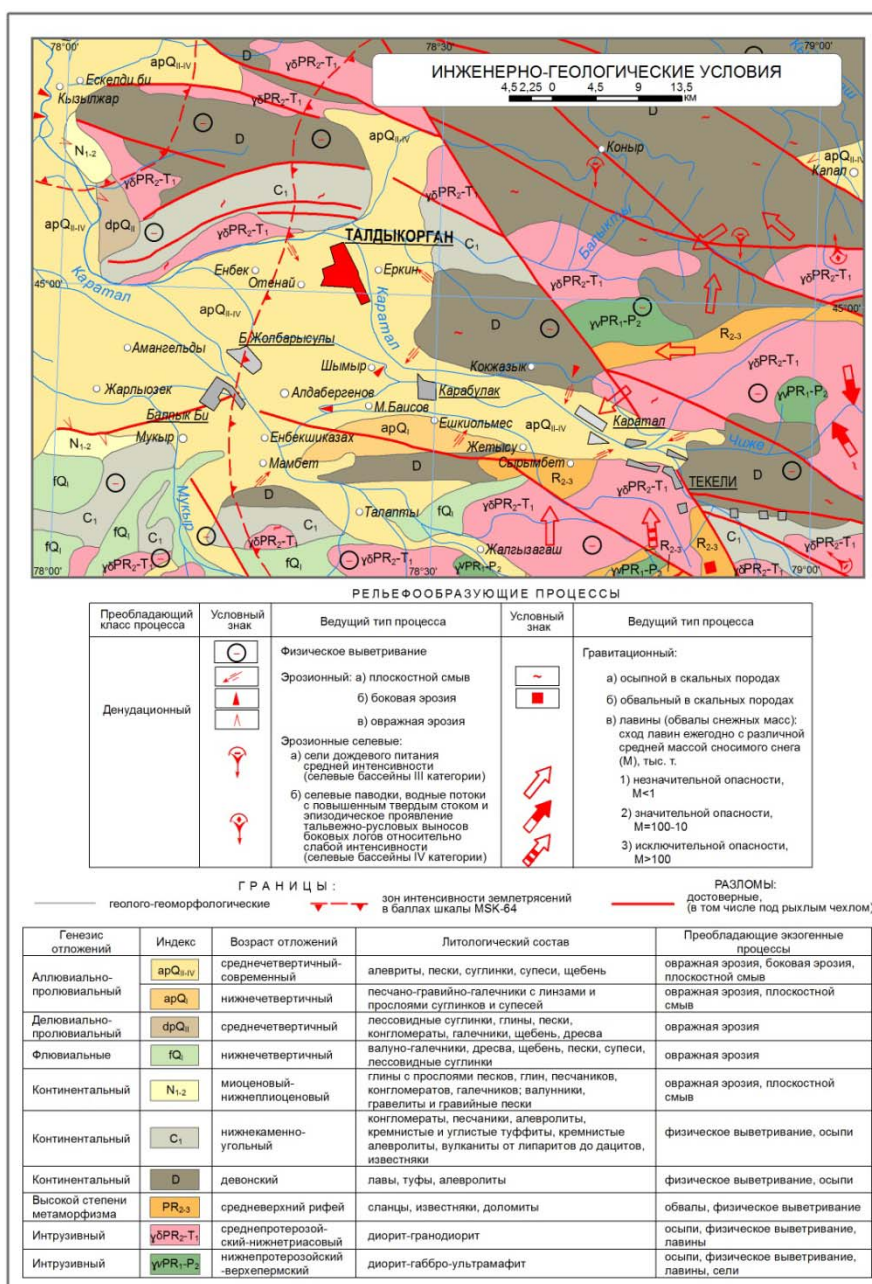


Рисунок 1 – Инженерно-геологические условия исследуемой территории

Климат района континентальный, характерны большие суточные и годовые амплитуды температуры воздуха, умеренно холодная зима и продолжительное жаркое лето. Среднегодовая температура воздуха $+6 - +9^{\circ}\text{C}$, средняя годовая сумма осадков 380 мм. Одними из важнейших факторов оврагообразования являются гидрометеорологические условия: количество осадков, их интенсивность и распределение во времени. Для выявления взаимосвязей величины осадков и линейного роста оврагов получено суммарное количество атмосферных осадков за период исследования (рисунок 2).

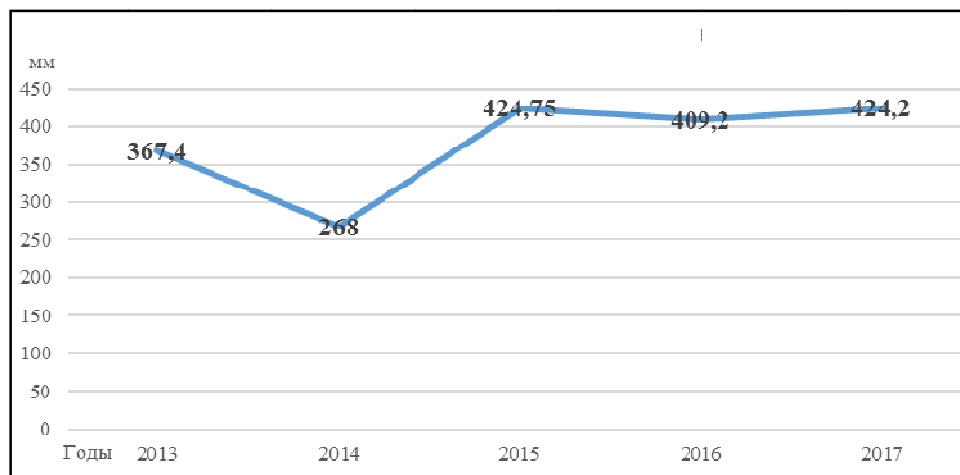


Рисунок 2 – Суммарное количество атмосферных осадков, мм

Наши исследования овражной эрозии в долине реки Мукрыр направлены на выявление площадного распространения оврагов, скорости их роста, а также других причин ее развития.

Для получения количественных данных развития овражной эрозии в долине реки Мукрыр проведены полевые исследования, целью которых были оценка динамики роста овражной эрозии и создание ключевых наблюдательных участков с постановкой реперов наблюдения. Места ключевых наблюдательных участков выбирались с применением космических снимков. Для каждого из участков определен целевой комплекс наблюдений, а также описаны естественные условия на них. По космическим снимкам и полевым материалам были выделены овраги, находящиеся на разных стадиях развития (таблица 1). Исследования показали, что по правому борту долины реки Мукрыр развито 34, а по левому борту – 10 овражно-балочных сетей, которые в плане имеют ветвящийся вид. Их поперечные профили клиновидные и трапецевидные, а продольный профиль полого-вогнутый (рисунок 3). Прирост вершин оврагов измерялся один раз в год осенью (после схода весенних талых вод и после летних ливней). Характеристики роста и количества оврагов, полученные во время полевых работ, учтены при дешифрировании космических снимков и сверены с данными топографических карт.

Во время полевых работ с 2012 по 2017 г. один раз в год проводилась фиксация линейного и площадного прироста оврагов, их углубления, изменения сопутствующих процессов, протекающих на склонах и днищах. Дальнейшая обработка в камеральных условиях линейного и площадного прироста оврагов осуществлялась с применением метода реперов (таблица 2). Рост вершины наблюдаемых оврагов в долине реки Мукрыр составляет 0,3–4,7 м/год, расчеты среднегодового роста равны 2,56 м/год (использовались наблюдения 6 вершин оврагов за 5 лет). На диаграмме (рисунок 4) отражен рост вершинной части оврагов за 5 лет наблюдений. Преобладающий прирост оврага приходится на весенний период. К основным факторам, определяющим рост оврагов, относятся интенсивность весеннего стока и ливни, механический состав горных пород и крутизна склонов. Полученные данные позволяют утверждать, что овражная эрозия является наиболее активным фактором преобразования рельефа в долине реки Мукрыр. Наиболее тревожными являются овраги, вершины которых врезаются в поля и пастбища. Из полей по тальвегам данных оврагов на низкие гипсометрические уровни (поймы и террасы рек) и водоемы выносятся компоненты минеральных удобрений и пестицидов, тем самым загрязняя водную среду.

Таблица 1 – Морфометрические характеристики оврагов в долине р. Мукур, м

Количество и морфометрические характеристики оврагов по левому борту р. Мукур							
№ п/п	Длина	Вершинная часть оврага		Середина оврага		Нижняя часть оврага	
		Глубина	Ширина	Глубина	Ширина	Глубина	Ширина
1	1680	4,5	9,1	4	8,5	3,3	7
2	320	3,5	6	5	11,15	1	3
3	222	3,2	6	3,5	5,5	2,2	4,5
4	890	5,8	9	4	7,3	2,6	4,5
5	423	4,5	9,8	3	5,85	1,7	3,4
6	587	5,6	10,2	6,3	12,6	2	4,1
7	371	7,5	14	7,3	13,4	2,5	4,9
8	4118	2,2	6,1	4	7,8	5	29,3
9	154	5,27	10,4	8,4	16,6	4,5	16,6
10	73	4,3	7,2	6	11,5	3,2	5,2
11	3640	7,7	17,7	5,2	10,6	3,6	6,1
12	5863	4,5	7,7	10,9	21,4	4,3	12,3
13	464	4,9	8,5	4,4	7,6	3,2	9
14	292	3,6	8,7	4,6	11,3	2	4,8
15	554	4	8,8	2,7	4,5	3	10,7
16	307	1,7	3,6	2	5,4	3,6	8,4
17	431	1,8	3,8	4,3	8,7	2,9	7,9
18	58	2,3	4	3	8,1	2,8	7,8
19	193	4,5	8,8	2,9	5,7	2,9	7,3
20	3677	3,3	6,2	5,3	11	4,7	10
21	475	2,8	5,9	2,2	6,7	2,8	7
22	191	2,5	4,4	1,5	3,5	0,5	2
23	1885	6,1	15,8	13,3	30,1	2,2	6,4
24	3449	5,4	16	4,7	8,6	4,2	7,2
25	579	4,8	13,4	6,7	13,4	2	4,3
26	491	3,8	6	3,2	6,5	1,9	3,9
27	288	3,6	5,85	1,6	4,1	1,4	4,2
28	199	2,3	4,2	3,2	5,4	1,5	3,3
29	1539	4,4	8,6	6,8	12,4	2,4	4,8
30	1592	8,3	15,9	9	20,2	4,6	13,5
31	1194	9,5	18,2	9,8	18,7	7,5	16,8
32	1372	7,2	19,4	6,2	17,2	5,5	9,5
33	8175	5,5	9,5	7,4	13,75	3,9	13,25
34	129	2,2	5,4	3,8	6,9	1,8	3,2
Количество и морфометрические характеристики оврагов по правому борту р. Мукур							
№ п/п	Длина	Вершинная часть оврага		Середина оврага		Нижняя часть оврага	
		Глубина	Ширина	Глубина	Ширина	Глубина	Ширина
1	185	2,2	5	2,3	4,6	1,8	3
2	560	4,4	7,3	5,7	10,1	3,3	7,2
3	1315	6,7	13,8	6,7	14,7	2,4	5,6
4	721	2,8	6,2	2,6	4,6	2,3	4,6
5	1704	3,8	6,8	3,7	9,2	3,3	8,7
6	462	5	12,7	6,3	13,1	3,9	8,3
7	640	6,8	11,4	5,2	9,9	4,3	8,1
8	472	2,1	3,87	2,5	5,5	2,4	4,5
9	199	2,8	4,95	4,1	8,7	3,7	6,73
10	841	7,9	15,7	4,7	10,3	4	6,3



Рисунок 3 – Овраги в долине р. Мукыр

Таблица 2 – Прирост вершин оврагов (м) и смытый объем по годам, м³

Пункт исследования	№ п/п	№ по GPS	Вершины	2013	2014	2015	2016	2017
С. Мукры, 3 км юго-западнее, 235 км автодороги Мукры–Алматы (Коксуский р-н)	1	686-690	А	1,1 20	1,55 25	0,8 18	1,3 22	0,32 7
			С	1 11	1,2 16	0,5 4,3	1,45 16	4,75 14
	2	691-692		2,3 8	3,5 18	1,2 1,45	0,45 0,25	–
	3	409-410					1,1 20	0,74 20
	4	766-769				0,3	–	–

Современные ГИС-технологии позволяют получать морфометрические показатели рельефной среды, наблюдать динамику изменения во времени, обеспечивая более объективную и комплексную оценку развития овражной эрозии. Изучение овражной эрозии в регионе с появлением новых технических возможностей (ГИС-технологии, трехмерное лазерное сканирование) дает существенные возможности для более масштабного охвата территории, детального получения параметров отдельных оврагов, данных для всестороннего анализа динамики и закономерностей развития овражной эрозии. Технологический процесс обработки космических снимков состоял из последовательного выполнения следующих основных этапов: выбора и получения космических снимков; их привязки (трансформирования), разработки принципов дешифрирования и оцифровки объектов рельефа; разработки структуры цифровой карты; оформления картографического материала. Мониторинг изменений на поверхности рельефа с использованием космической информации позволяет получить независимую информацию о масштабах развития овражной эрозии и

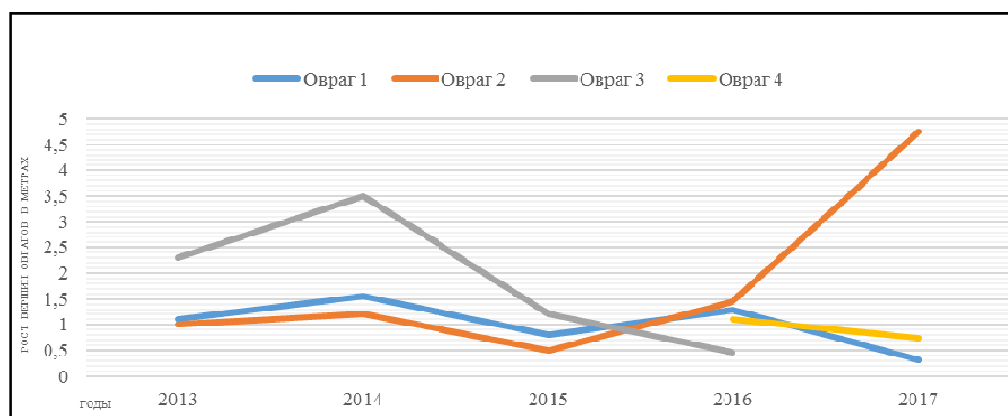


Рисунок 4 – Диаграмма роста вершин оврагов в долине р. Мукур

дальнейшей ее “наземной” проверке. При определении и нанесении овражно-балочных систем на карты дешифровочными признаками служат бровки склонов, тальвеги оврагов, ровный тон окраски склонов и дна. По материалам исследования создана карта овражно-балочной сети в долине р. Мукур (рисунок 5).

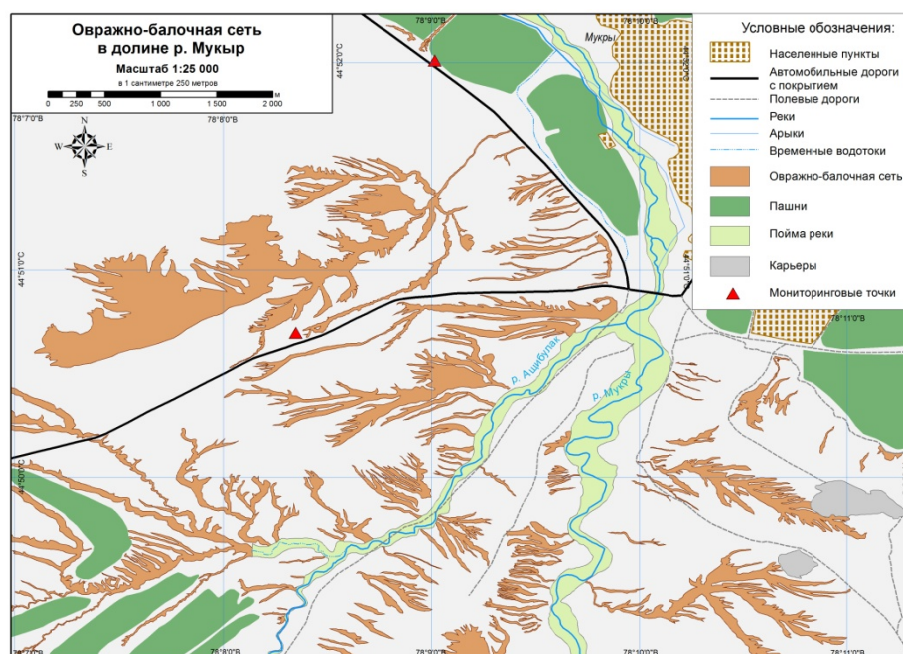


Рисунок 5 – Овражно-балочная сеть в долине р. Мукур

Для наблюдения динамики овражной эрозии с помощью разновременных космических снимков в долине реки Мукур нами были выбраны 2 вершины единой овражно-балочной сети (3 км юго-западнее с. Мукур, по западной стороне 235 километра автодороги Алматы – Усть-Каменогорск). Общая длина единой овражно-балочной сети 6,3 км, крутизна склонов варьирует от 1 до 9,9°, а перепад высот составляет 296 м.

По наблюдениям прирост вершинной части оврага №1 составляет 11,82 м и площадное развитие – 0,46 га за 13 лет (рисунок 6). По оврагу №2 прирост вершинной части за 13 лет равен 126,3 м и площадное развитие – 1,2 га (рисунок 7). Продольный профиль оврага №2 имеет пологовогнутую форму (рисунок 8). Экспозиция склонов и литологический состав обоих оврагов одинаковы. Разница роста двух вершин одной овражной сети в длину более 10 раз, а по площади развития – 3 раза. Эта объясняется тем, что крутизна общего склона изменяется от 3,2 (овраг №1) до 5,1° (овраг №2).

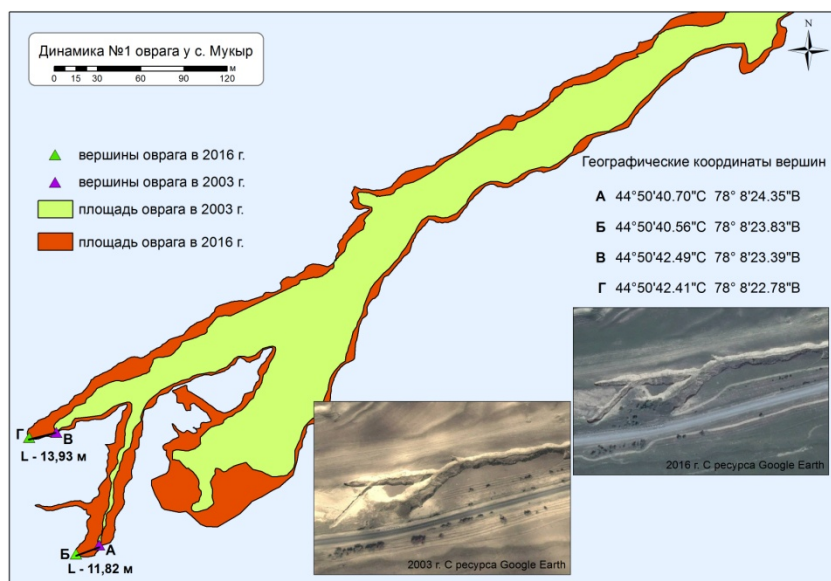


Рисунок 6 – Рост вершины и площадное развитие оврага №1 в долине реки Муқыр

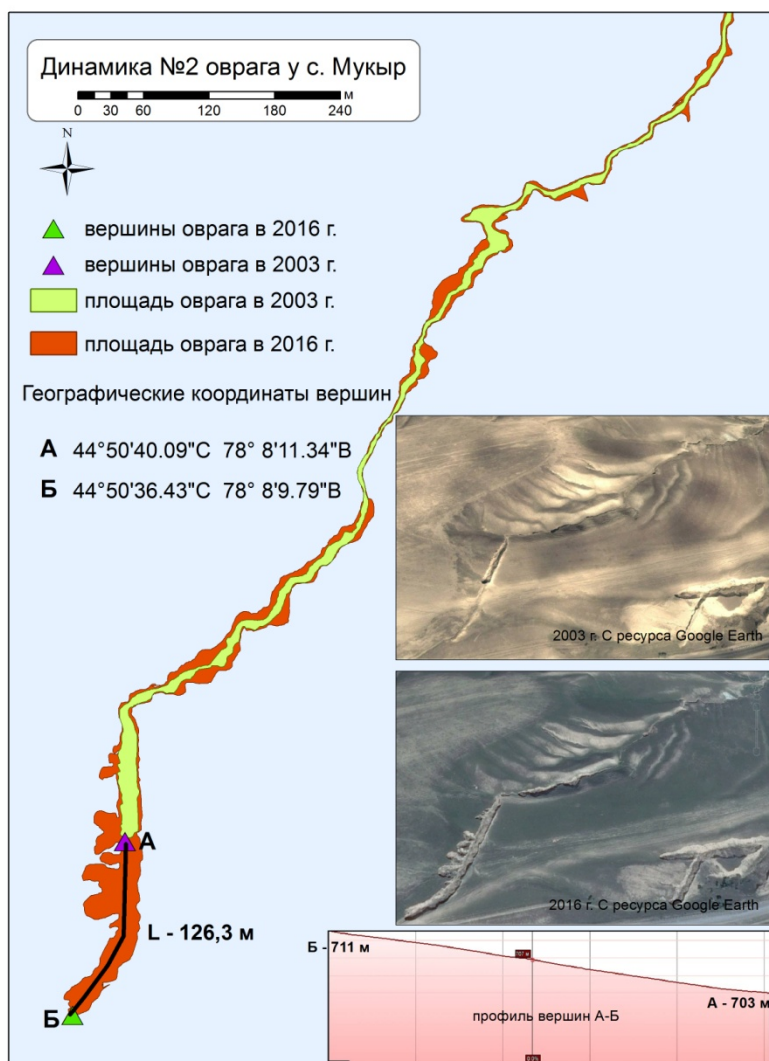


Рисунок 7 – Рост вершины и площадное развитие оврага №2 в долине реки Муқыр

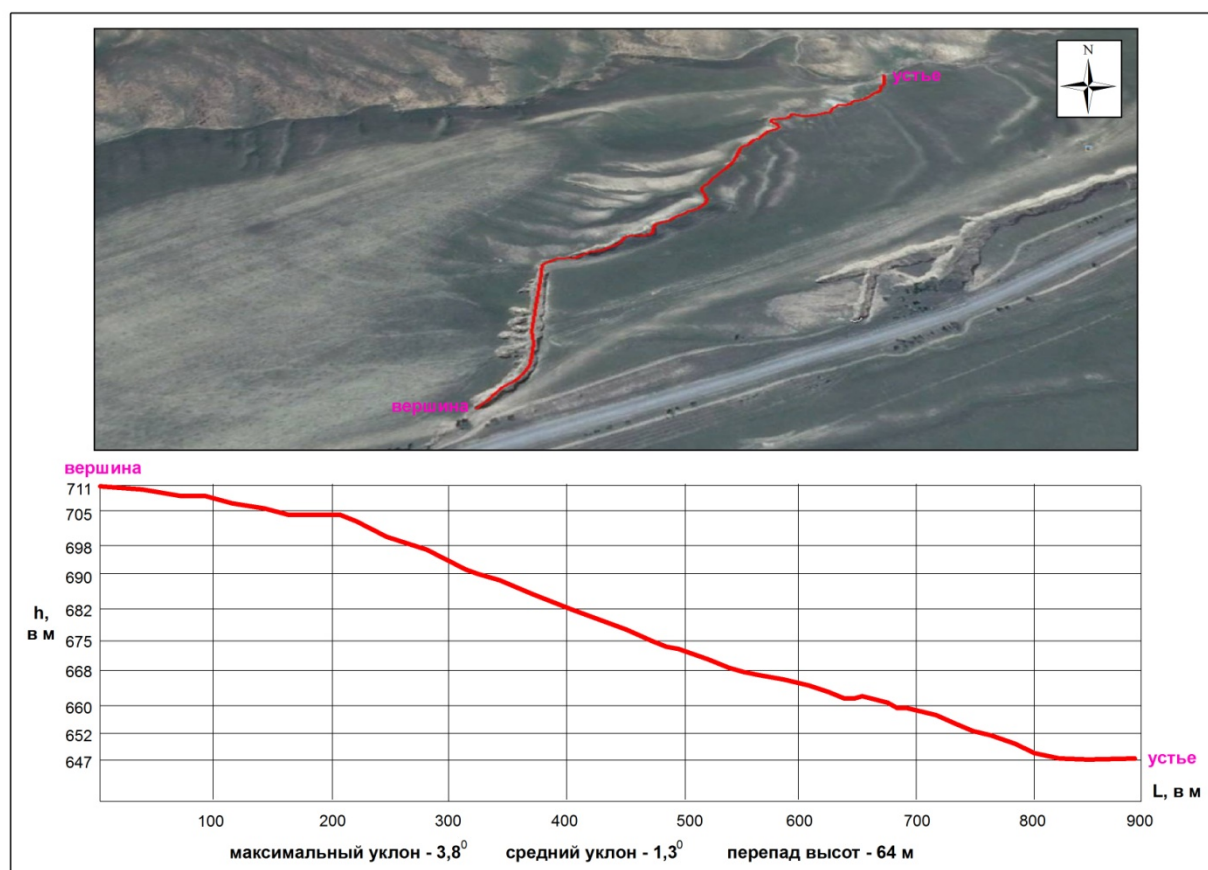


Рисунок 8 – Продольный профиль оврага №2 в долине реки Мукры

По полученным результатам можно сделать следующий вывод: даже при небольшом увеличении крутизны склонов существенно растет активность овражной эрозии. Данные подтверждают, что условия рельефа и литологическое строение являются ведущими факторами оврагообразования в исследуемом районе.

Одним из методов регистрации и оценки развития рельефообразующих процессов, который дает количественную информацию, является метод наземного лазерного сканирования. Он позволяет оперативно получать трехмерные данные с высокой точностью, показывающие изменения в рельефе местности, характеризуя процесс денудации и аккумуляции.

Особенно эффективно использование наземного лазерного сканирования при мониторинге речевой и плоскостной эрозии, на которые приходится более 2/3 площади склона, в том числе площади распаханых земель [4-6].

Оценка динамики овражной эрозии с помощью сканирующего прибора состояла из полевого и камерального этапов. Полевые работы проводились в 2017 году. Использовался наземный трехмерный лазерный сканер RIEGL VZ-4000. Для наблюдения за овражной эрозией были выбраны 2 оврага в долине реки Мукры. Проведено первое сканирование оврагов для количественной и качественной оценки овражной эрозии. В дальнейшем при повторных съемках этих оврагов и камеральной обработке результатов сканирования ожидаются детальные показатели изменений овражной эрозии.

На первоначальном этапе при обработке результатов сканирования в виде облака точек в программе RiSCAN PRO получены поперечные и продольные профили оврагов (рисунок 9), а также классификация цифровой модели рельефа по высотным отметкам через 5 м (рисунок 10).

Отметим, что метод наземного лазерного сканирования открывает широкие возможности для получения количественных данных и определения закономерностей развития овражной сети. Имея высокую точность, он позволит регистрировать и другие геоморфологические процессы.

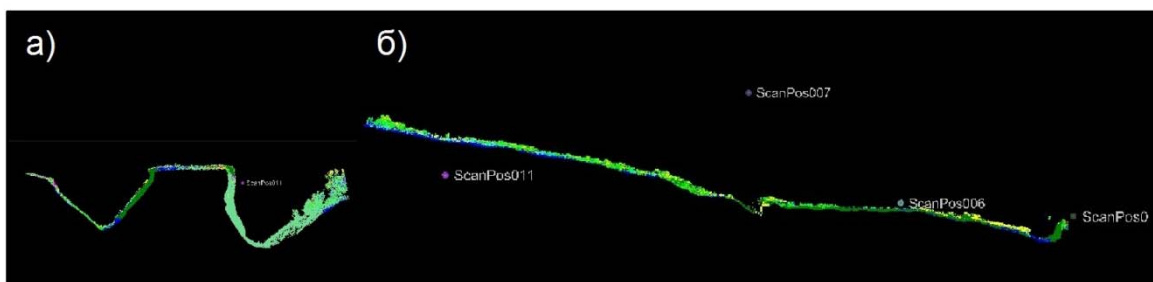


Рисунок 9 – Профили оврага: а – поперечный; б – продольный

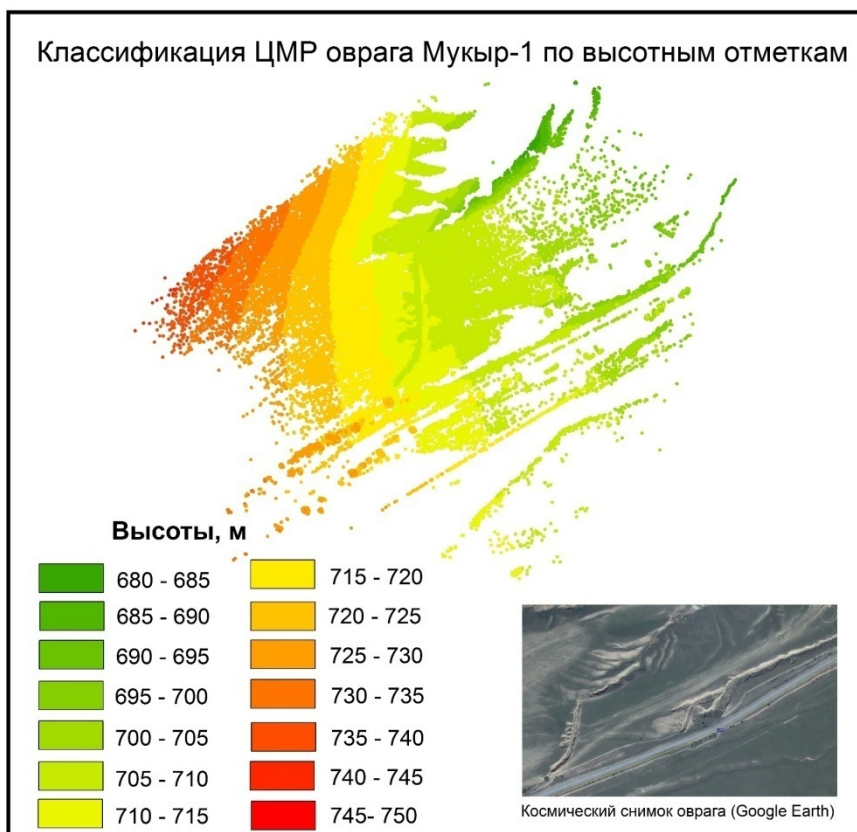


Рисунок 10 – Классификация цифровой модели рельефа по высотным отметкам через 5 м

Выводы. Результатами выполненных работ являются количественные морфометрические данные роста оврагов и полная карта овражно-балочной сети долины р. Мукур. Впервые полученные трехмерные данные оврагов в виде облака точек служат началом последующих наблюдений. На ключевом участке выявлена динамика роста каждого из исследуемых оврагов в связи с комплексом природных условий и их изменением. В долине реки Мукур определяющими факторами роста оврагов являются механический состав субстрата, атмосферные осадки (весенний сток, летние ливни), крутизна и длина склонов. Полученные материалы позволяют утверждать, что овражная эрозия является наиболее активным фактором преобразования рельефа долины р. Мукур.

Интенсивное развитие овражной эрозии увеличивает экологическую напряженность природно-антропогенной среды в регионе. Разрастание овражной сети, ее активное развитие ухудшают качество сельскохозяйственных земель и создают угрозу объектам дорожной и селитебной инфраструктуры. В последнее время борьба с овражной эрозией практически не организована, хотя понятно, что экологические и экономические последствия этого негативного процесса могут быть

значительными не только в долине реки Муқыр, но и для всего региона с продуктивными сельхоз-угодьями.

Полученные результаты актуальны при планировании и проведении инфраструктурных и сельскохозяйственных работ, что требует мероприятий по защите земель в зависимости от распространения и потенциальной опасности овражной эрозии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Косов Б.Ф., Зорина Е.Ф., Любимов Б.П. и др. Овражная эрозия / Под ред. Р. С. Чалова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 166 с.
- [2] Michael D. Frachetti, Norbert Benecke, Alexei N. Mar'yashev, Paula N. Doumani Eurasian pastoralists and their shifting regional interactions at the steppe margin: settlement history at Mukri, Kazakhstan // World Archaeology. – 2010. – Vol. 42, issue 4. – Debates in World Archaeology.
- [3] Республика Казахстан. – Т. 1. Природные условия и ресурсы / Под ред. Н. А. Исакова, А. Р. Медеу. – Алматы, 2006. – 202 с.
- [4] Гафуров А.М. Оценка интенсивности и динамики почвенной эрозии методом наземного лазерного сканирования // Эрозионные, русловые и устьевые процессы (исследования молодых ученых университетов): сборник статей по материалам XI семинара молодых ученых вузов, объединяемых Межвузовским научно-координационным советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Новгород: Мининский университет, 2016. – С. 81-90.
- [5] Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. – Казань: Изд-во «Унипресс КГУ», 2002. – 265 с.
- [6] Гафуров А.М., Веденева Е.А., Ермолаев О.П., Усманов Б.М. Использование метода наземного лазерного сканирования для оценки интенсивности современных экзогенных процессов // Трешниковские чтения: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск, 2017. – С. 14-17.

REFERENCES

- [1] Kosov B.F., Zorina E.F., Lyubimov B.P. and others. Gully erosion / Editor R.S. Chalov. Moscow: MGU, 1989. 166 p. (in Rus.).
- [2] Michael D. Frachetti, Norbert Benecke, Alexei N. Mar'yashev, Paula N. Doumani Eurasian pastoralists and their shifting regional interactions at the steppe margin: settlement history at Mukri, Kazakhstan // World Archaeology. 2010. Vol. 42, issue 4. Debates in World Archaeology.
- [3] Republic of Kazakhstan. Vol. 1. Natural settings and natural resources / Editors N. A. Isakov, A. R. Medeu. Almaty, 2006. 202 p. (in Rus.).
- [4] Gafurov A.M. Estimation of the intensity and dynamics of soil erosion by the method of ground-based laser scanning // Erosion, watercourse and estuarine processes (research of young scientists of universities): a collection of articles on the materials of the XI seminar of young scientists of universities, united by the Interuniversity Scientific Coordination Council on the problem of erosion, watercourse and estuarine processes. Novgorod: Minin University, 2016. P. 81-90 (in Rus.).
- [5] Ermolaev O.P. Erosion in basin geosystems. Kazan: Unipress of KSU, 2002. 265 p. (in Rus.).
- [6] Gafurov A.M., Vedeneva E.A., Ermolaev O.P., Usmanov B.M. Using the method of ground-based laser scanning to estimate the intensity of modern exogenous processes // Treshnikov readings: materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference. Ulyanovsk, 2017. P. 14-17 (in Rus.).

Е. Е. Халықов¹, М. М. Тоғыс², С. А. Уксукбаева², Ж. М. Шарапханова²

¹PhD докторант, геоморфология және геоакпараттық картографиялау зертханасының ғылыми қызметкері (География институты, Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан)

²Геоморфология және геоакпараттық картографиялау зертханасының кіші ғылыми қызметкері (География институты, Алматы, Қазақстан)

ГАЗ-ТЕХНОЛОГИСЫН ҚОЛДАНУМЕН МҰҚЫР ӨЗЕНІ АҢҒАРЫНДАҒЫ ЖЫРАЛЫҚ ЭРОЗИЯНЫҢ ДАМУЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. 2012–2017 жж. күз мезгілінде Мұқыр өзені аңғарындағы (Көксу ауданы) жыралық эрозияға жартылай стационарлық бақылаулар мен қосымша зерттеулер жүргізілді. Бұл аңғардағы жыралардың басым бөлігі негізінен флювиалдық үдерістердің есебінен басының және терен бөліктерінің өсуі байқалатын дамушы жыралар. Мақала далалық және камералдық зерттеулердің нәтижелерінен тұрады. Жыралық эрозияның дамуына ықпал ететін факторлар зерттелді, заманауи құралдар мен ғарыштық түсірілімдердің негізінде алынған жыралардың морфометриялық сипаттамалары берілді. Далалық зерттеу материалдарына және әртүрлі жылдардағы ғарыштық түсірілімдер мен картографиялық материалдарды бірге өңдеуге талдау жасалды.

Түйін сөздер: жыралық эрозия, жыралар, ГАЗ-технология, Мұқыр өзені, Жетісу Алатауы.

E. E. Khalykov¹, M. M. Togys², S. A. Uxukbayeva², Zh. M. Sharapkhanova²

¹PhD student, researcher of the Laboratory of geomorphology and GIS mapping
(Institute of geography, Satbayev university, Almaty, Kazakhstan)

²Junior researcher of the Laboratory of geomorphology and GIS mapping
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

**STUDY OF THE DEVELOPMENT OF GULLY EROSION
IN THE VALLEY OF THE RIVER MUKYR USING GIS TECHNOLOGY**

Abstract. In the autumn periods from 2012 to 2017 in Almaty region, semi-stationary observations and additional study of gully erosion in the valley of the river Mukyr (Koksu district) were carried out. The majority of ravines in this valley are growing, having an increase in the vertex and deep parts, mainly due to fluvial processes. The article contains the results of field and cameral research. The factors influencing the development of gully erosion are studied, the morphometric characteristics of ravines obtained on the basis of modern instruments and space images are given. The results of the analysis of the received field data, processing of space images and materials of different years are given.

Keywords: gully erosion, gullies, GIS technology, river Mukyr, Zhetysu Alatau.

УДК 551.324.63: 551.332.56

В. П. Капица¹, М. В. Шахгеданова², И. В. Северский³, А. Р. Медеу⁴

¹Младший научный сотрудник (Институт географии, Алматы, Казахстан)

²Доктор, ассоциированный профессор (доцент) климатологии факультета географии и экологии (Университет Рединга, Рединг, Великобритания)

³Академик НАН РК, д.г.н., главный научный сотрудник лаборатории гляциологии (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁴Академик НАН РК, д.г.н., директор (Институт географии, Алматы, Казахстан)

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР ЖЕТЫСУ АЛАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT

Аннотация. На основании дешифрирования космических снимков Landsat проведена инвентаризация высокогорных озер Жетысу Алатау по состоянию на 2002 и 2014 годы. Озера были расположены на высотах 2260–3660 и 2220–3690 м над ур. м. в 2002 и 2014 гг. соответственно. Количество озер увеличилось на 6,2 % – с 599 до 636, общая площадь выросла с 16,26 до 17,35 км². Большинство озер (60 и 56%), что составляет 56 и 52% от суммарной площади в 2002 и 2014 гг., были расположены на высотах 3100–3400 м над ур. м. Площадь 19,5% озер увеличилась, в то время как 12,5% от общего количества озер сократились по площади, включая те, которые полностью исчезли. Все озера были разделены на 4 типа: приледниковые, приледниково-моренные, моренные и завальные.

Ключевые слова: Жетысу Алатау, инвентаризация, космические снимки, ледниковое озеро, моренное озеро, оледенение.

Введение. Сокращения площади ледников в горных системах во всем мире отмечается с конца Малого ледникового периода и за последние 30–50 лет скорость их таяния увеличилась. Горы Азии –Тянь-Шань, Памир, Жетысу Алатау, где в настоящее время ледники занимают около 16 427 км², не являются исключением. Вследствие сокращения ледников увеличиваются по количеству, площади и объему ледниковые и приледниковые озера. Такие озера представляют потенциальную угрозу и из-за интенсивного таяния снега и льда могут прорываться, что представляет угрозу инфраструктуре и населению.

Жетысу Алатау – один из горных регионов Центральной Азии, где озера особенно широко распространены и показатели отступления ледников являются одними из самых высоких в регионе [1]. Между 1955 и 2011 годами ледники потеряли 48% площади; между 2000 и 2011 годами – 12% своей общей площади, отступая со скоростью 1,1% а⁻¹. Е. Н. Вилесов и др. [2] сообщили о деградации вечной мерзлоты и таянии погребенного льда по всему региону. Озерные плотины преимущественно состоят из моренного материала, а таяние вечной мерзлоты и погребенного льда увеличивает риск разрушения морены и прорыва озера [3–5]. Ряд прорывов озер, за которыми следовали селевые потоки, были зарегистрированы в регионе в 1970-х и начале 1980-х годов, когда положительные аномалии температуры были близки к наблюдаемым в 2010 году, например, в верховьях реки Аксу в 1970 и 1978 годах и в долине Саркан в 1982 году [6]. В 1982 году прорыв озера Акколь в верховьях реки Саркан около 3200 м над ур. м. и его сброс в озеро Транзитное, а затем в озеро Кокколь, которое было перекрыто, привели к формированию крупнейшего зарегистрированного селевого потока в объеме приблизительно 2,7 млн м³. Максимальный расход был оценен как 2300 м³·с⁻¹ [7].

Цель данной работы: выполнить инвентаризацию озер на 2002 и 2014 годы, оценить изменение площади и количества озер по типам и размерам в бассейнах рек Жетысу Алатау.

Район исследования. Жетысу Алатау расположен на северо-восточном фланге Тянь-Шаня (рисунок 1). Максимальная высота составляет 4622 м, но высота большинства вершин не превы-

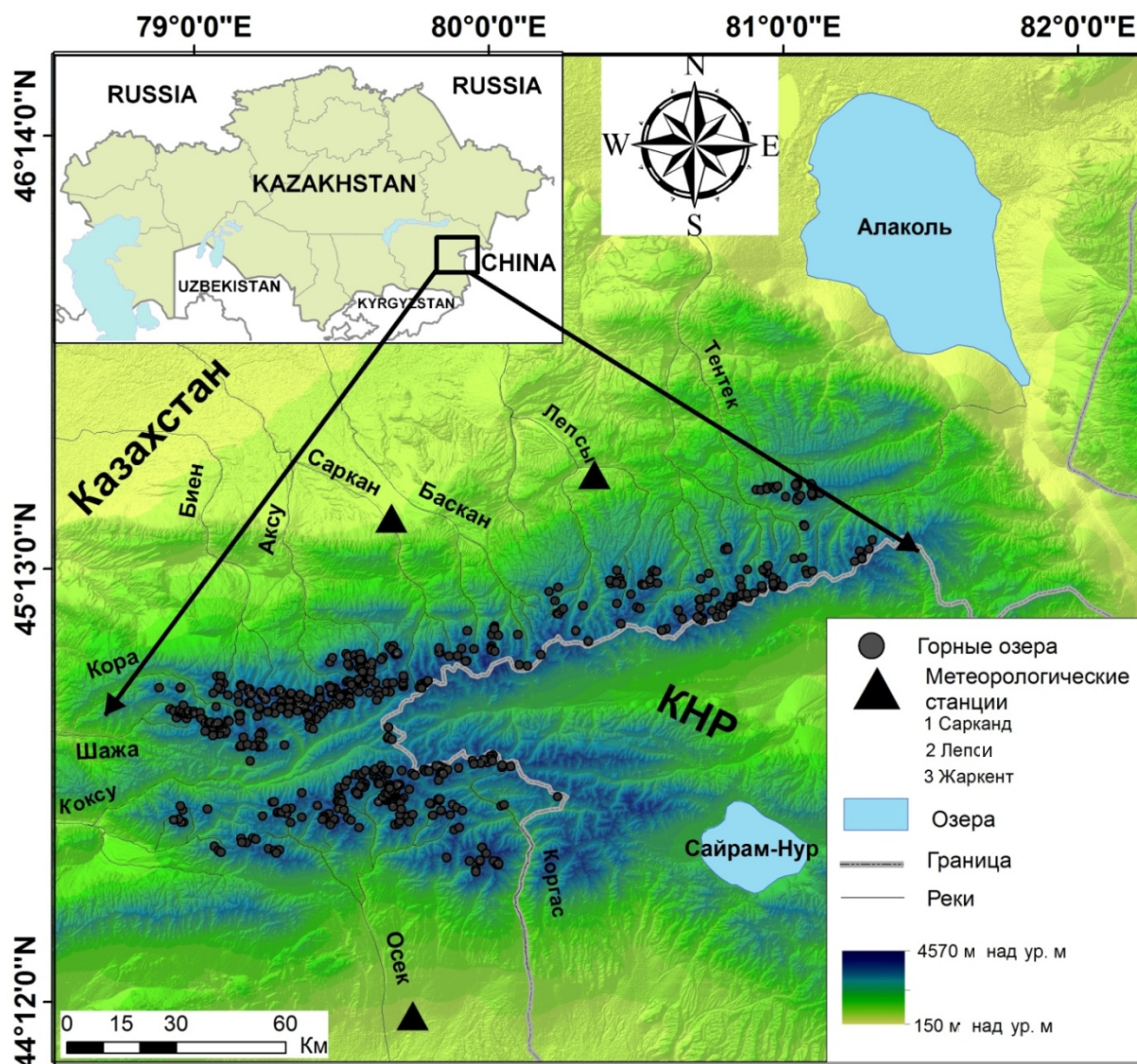


Рисунок 1 – Район исследования

шает примерно 3800 м над ур. м. Ледники спускаются примерно до 3400 м над ур.м. В 1956 году общая площадь ледников составила 814 км² и сократилась до 465 км² в 2011 году [2]. К 2011 году исчезло 103 ледника (половина из тех, которые были зарегистрированы в 1956 году). В настоящее время северная часть (бассейны рек Бьен, Аксу и Лепси) наиболее оледененная, за ним следуют южные (бассейны Коргас и Осек), а затем западные (Каратальский бассейн) части. Количество ледников и их площадь снижаются к востоку (бассейны Тентек, Тастау и Ыргайты).

Климат характеризуется сильными сезонными контрастами температуры и осадков (рисунок 2). Зимой в регионе преобладает западное распространение сибирского антициклона, что предопределяет низкие температуры и небольшое количество осадков. Западный поток доминирует осенью и весной, с частыми осадками и максимумом в октябре–ноябре и апреле–мае. Летом преобладает тепловая азиатская депрессия, и адвекция теплого сухого воздуха с юга приводит к низкому количеству осадков. Осадки снижаются по направлению к востоку от 1400 до 1600 мм на высоте 3400–3600 м над ур. м. на западе до 1000 мм на востоке [2]. Период накопления продолжается с середины сентября до начала июня, период абляции ограничен с июня по июль–август.

Данные и методы. Для идентификации ледниковых озер были получены шесть почти безоблачных сцен Landsat на 2002 и 2014 годы из Геологической службы США (USGS; <http://glovis.usgs.gov/>), зарегистрированные в системе координат WGS 84 (таблица 1).

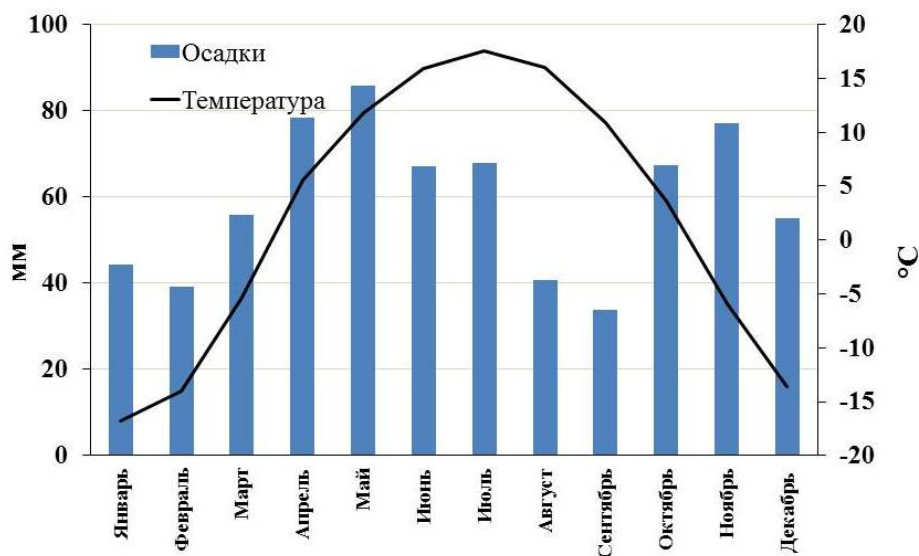


Рисунок 2 – Среднемесячные температуры и осадки по данным станции «Лепси» за 1960–2014 гг.

Таблица 1 – Характеристики снимков Landsat

Спутник/сенсор	Каналы, (µm)	Столбец/строка	ID номер сцены	Дата съемки
Landsat 7 ETM+	2 (0.519–0.601); 4 (0.772–0.898); 7 (2.064–2.345); 8 (0.515–0.8986)	148/29	LE71480292002237SGS00	25.08.2002
		147/29	LE71470292002230SGS00	18.08.2002
		147/28	LE71470282002214SGS00	2.08.2002
Landsat 8 OL	3 (0.525–0.600); 5 (0.845–0.885); 7 (2.100–2.300); 8 (0.500–0.680)	148/29	LC81480292014214LGN00	2.08.2014
		147/29	LC81470292014223LGN00	11.08.2014
		147/28	LC81470292014191LGN00	10.08.2014

Съемка пяти из шести сцен была произведена в августе, зачастую в этот период наблюдается максимальный уровень воды в котловинах озер. По данным метеорологической станции «Лепси», расположенной на высоте 1012 м над ур. м. (см. рисунок 2), температуры в летние месяцы в 2002 и 2014 гг. были очень близки к 16,9 и 17,3⁰ С соответственно, обеспечивая интенсивное таяние.

Выбор сцен за июль-август помог устранить один из основных источников неопределенности в картировании озер – наличие сезонной замерзшей воды и сезонного снега на замерзших поверхностях озер. Аэрофотоснимки, полученные в 2014 году, использовались в качестве дополнительных данных (рисунки 3, 4).

Для получения абсолютной высоты озера использовалась цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM3 DEM. Для оценки точности ЦМР в исследуемом регионе сравнивались высоты восьми наземных контрольных точек, полученных с применением дифференциального GPS (DGPS) в областях, свободных от льда, с высотами, полученными из ЦМР. Среднеквадратическая ошибка составила ±10 для SRTM 3.

Идентификация озер. Всего 599 и 636 озер были обнаружены на спутниковых снимках в 2002 и 2014 годах соответственно с использованием программного обеспечения ArcGis. Все озера имели естественный режим, и уровень воды в этих озерах не регулировался искусственно, также не было забора воды из них. В ряде предыдущих исследований была разработана [8, 9] и использована [10–13] автоматическая методика картирования озер с применением нормализованного разностного водного индекса (NDWI), который основан на низкой отражаемости воды в инфракрасной области спектра, и различных комбинаций каналов (например, зеленый, голубой). Хорошо известные преимущества автоматизированного картирования – воспроизводимость результатов и возможность быстрого картирования большого количества озер. К недостаткам относятся невозможность картирования маленьких озер, обусловленная разрешением многоспектральных изображений

Landsat; неклассифицируемость озер из-за теней (хотя эту проблему можно решить, используя теневую маску, полученную на основе точной ЦМР) [8]; большой диапазон значений NDWI, характеризующих озерные пиксели, полученный в результате широкого различия физических и химических свойств горных озер и, следовательно, широкого диапазона спектральных характеристик, свойственных водным объектам, что делает применение одного порогового значения для картирования горных озер проблематичным [9]. Озера с высокой мутностью воды особенно трудно картировать, используя автоматический метод [5], как и маленькие озера, которые, как правило, имеют низкие значения NDWI [9].

В нашем исследовании автоматизированное картирование озер первоначально выполнялось с использованием различных комбинаций каналов, но не было получено удовлетворительных результатов, потому что метод часто неправильно классифицировал тающие ледники в качестве озер и, что важно, последовательно не удавалось различать озера с высокой мутностью воды, характерной для озер, развивающихся на вновь образованных моренах (озера 2-го типа, как определено ниже). В 2014 году в исследуемом регионе насчитывалось 234 озера 2-го типа (37% всех озер) и высокая доля некорректно классифицированных озер этого типа сама по себе значительно уменьшила преимущества автоматизированного картирования относительно эффективности и воспроизводимости результатов. Кроме того, маленькие озера не могут быть картированы (идентифицированы) при использовании автоматизированного метода.

Применяя NDWI к космическим снимкам Landsat с разрешением 30 м, Wang [13] использовал порог 2000 м^2 при оцифровывании площадей озер, что охватывало приблизительно 3 пикселя водной поверхности. В Жетысу Алатау 7% всех озер имели индивидуальную площадь менее 2000 м^2 . Идентификация и картирование меньших озер были важными, поскольку в рассматриваемом районе они часто образуют вертикальный последовательный ряд или каскад, в результате чего несколько озер либо имеют гидравлическое соединение, либо расположены в непосредственной близости на разных высотах (см. рисунок 3).



Рисунок 3 – Каскад озер в верховьях реки Аксу

В то время как прорыв одного маленького озера маловероятно станет причиной серьезного ущерба, он может спровоцировать прорыв одного или нескольких больших озер. Проанализировав ряд исследований, документирующих селевые потоки в Северном Тянь-Шане, S. G. Evans и K. B. Delaney [14] отметили, что прорывы маленьких озер могут инициировать селевые потоки, объемы которых значительно превышают объем изначально прорвавшегося озера. Поэтому векторизация контуров озер была выполнена вручную, используя каналы 7,4,2 изображений Landsat 7 [9] и каналы 3, 5, 7 изображений Landsat 8 как ближайшие к использованным каналам

Landsat 7. Использование панхроматического канала 8 с разрешением 15 м, которое требует ручного метода картирования, позволило снизить порог оцифровывания с 2000 до 675 м².

Оценка погрешности измерений. Мы оценили погрешность определения площади озера на каждый год (2002 и 2014 гг.) и погрешность изменения площади озера между 2002 и 2014 гг. Основная погрешность в определении площади озера за один год – это погрешность, возникающая в результате векторизации границ озера одним оператором. Для количественной оценки мы использовали метод множественного оцифровывания, предложенный F. Paul и др. [15] для оцифровывания ледников. 71 озеро с площадями от 675 до 190 000 м² были оцифрованы 4 операторами, используя изображения Landsat 2002 и 2014 гг. Для каждого озера в конкретный год было рассчитано среднее и стандартное отклонение четырех измерений, и погрешность была установлена как отношение между стандартным отклонением и средней площадью, умноженное на 100%. Они были усреднены по трем классам размеров. Мы применили следующие значения погрешности к измерениям 2002 и 2014 гг. соответственно: $\pm 8,2$ и $\pm 8,7\%$ для озер с индивидуальными площадями менее 10 000 м², $\pm 6,9$ и $\pm 6,7\%$ для озер с площадью от 10 000 до 50 000 м² и $\pm 4,3$ и $\pm 4,0\%$ для озер с площадью более 50 000 м².

Для количественной оценки погрешности измерений изменения площади озера были рассмотрены погрешности сорегистрации изображений и оцифровывания границы озера. Сцены 2002 и 2014 гг. были сорегистрированы, и для каждой пары сцен была создана сеть из 10–15 связующих точек с использованием четко идентифицируемых характеристик местности, местоположение которых не изменилось. Полученные значения среднеквадратичной ошибки (RMSE_{x,y}) составляли от $\pm 3,7$ до $\pm 5,3$ м. Погрешность на сорегистрацию была рассчитана методом, предложенным F. D. Granshaw и A. G. Fountain [16] и модифицированным T. Bolch и др. [17]. Вдоль границ каждого озера был создан буфер шириной 1/2 значения RMSE_{x,y}, и погрешность измерений была рассчитана как среднее отношение оцифрованной площади озера к площади озера с добавлением площади буфера. Общая погрешность измерений площади озер была рассчитана как квадратный корень из погрешности сорегистрации изображений 2002 и 2014 гг. и ошибки оператора на 2002 и 2014 гг.

Классификация озер. В литературе существуют различные классификации озер, в том числе разработанные для Северного Тянь-Шаня. Классификация Н. В. Попова [3] содержала 4 типа и 10 подтипов озер, включая ледниковые, приледниковые, моренно-ледниковые и моренные озера. А. Р. Медеуов и др. [6] по генезису выделил западинные, провальные, карровые и подпруженные мореной озера.

В этом исследовании все озера были разделены на 4 типа: тип 1 – приледниковые (контактные) озера, развивающиеся на языках ледников; тип 2 – приледниково-моренные озера, образующиеся на современных моренах в непосредственной близости (как правило, в пределах 500 м), но без контакта с языками ледников; тип 3 – моренные озера, расположенные в понижениях на LIA или более старых моренах, и тип 4 – завальные озера, образующиеся в результате перекрытия русла обвалами, оползнями (см. рисунок 4).

Эта классификация менее подробна, чем у Н. В. Попова [3] и А. Р. Медеуова и др. [6], однако анализ изображений Landsat не позволяет различать более детально. А. Р. Медеу и др. [18] показали, что включение двух типов моренных озер важно, поскольку их реакции на изменения климата и оледенения различны. Озера 2-го типа часто имеют гидравлические связи с ледниками и моренами, на которых они развиваются и содержат погребенный лед [2]. Оба фактора контролируют быстрое реагирование этих озер на повышение температуры. Реакция вечной мерзлоты в связи с изменением температуры на более старых моренах происходит медленнее [19], но ее таяние может потенциально привести к нестабильности плотины [5]. Завальные озера в настоящее время не контактируют с ледниками, и прямой сброс талой воды в эти озера маловероятен, но может произойти через сброс из озер типа 1–2, расположенных вверх по течению. Это может привести к критическим расходам воды из озера. Пример – озеро Казанкол в бассейне реки Хоргос с объемом 6 млн м³, выше которого расположены четыре озера [18].

Характеристики озер и их распределение. В 2002 и 2014 годах было идентифицировано 599 озер с общей площадью $16,26 \pm 0,85$ км² и 636 озер с общей площадью $17,35 \pm 0,92$ км². В 2002 году самая большая измеренная площадь озера составляла 1,03 км², наименьшая – 0,0007 км²,

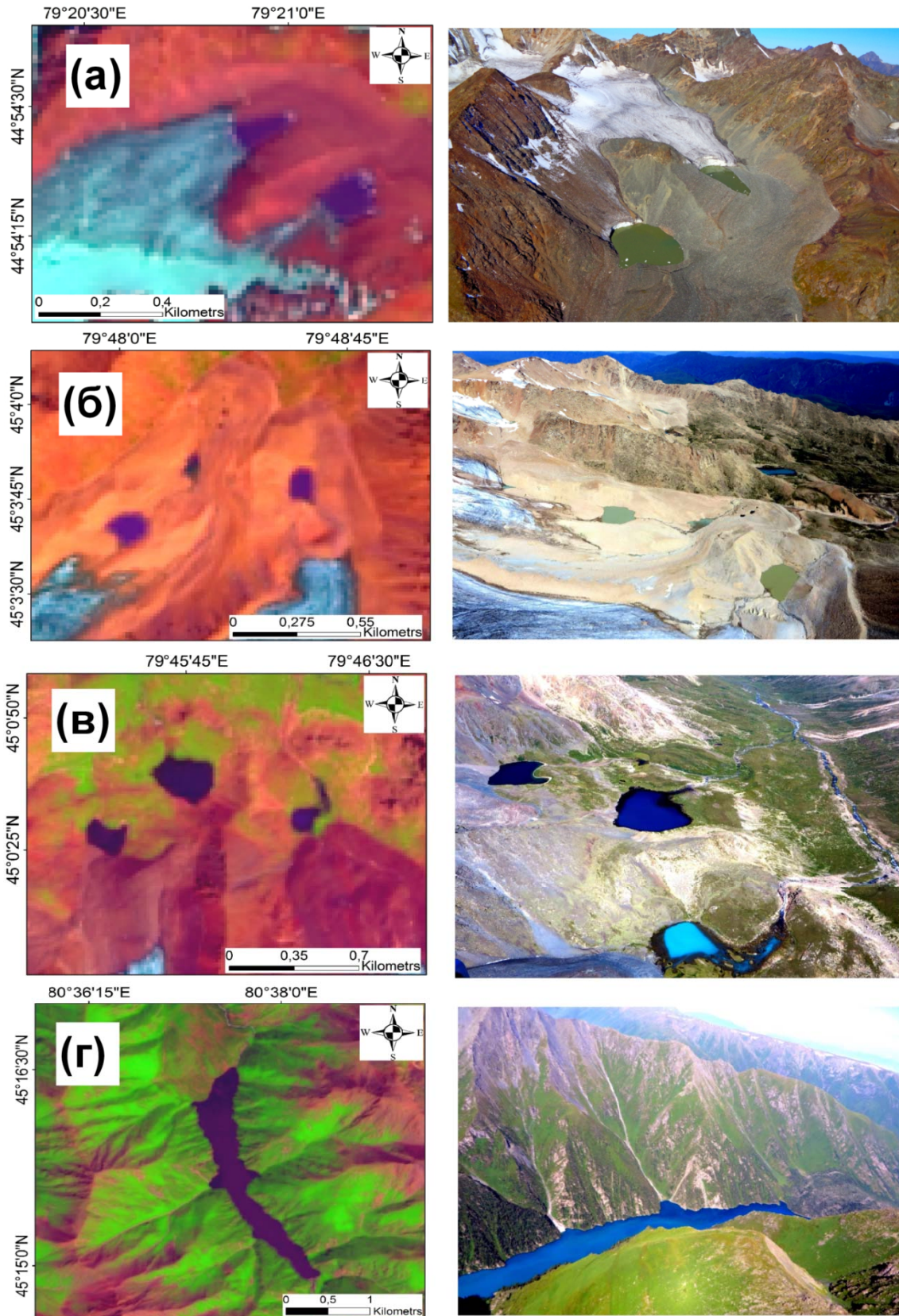


Рисунок 4 – Примеры озер разных типов: снимки Landsat и аэрофотоснимки (В. Капица, М. Касенов, июль 2014 года):

а – тип 1 – приледниковый; б – тип 2 – приледниково-моренный; в – тип 3 – моренный; г – тип 4 – завальный

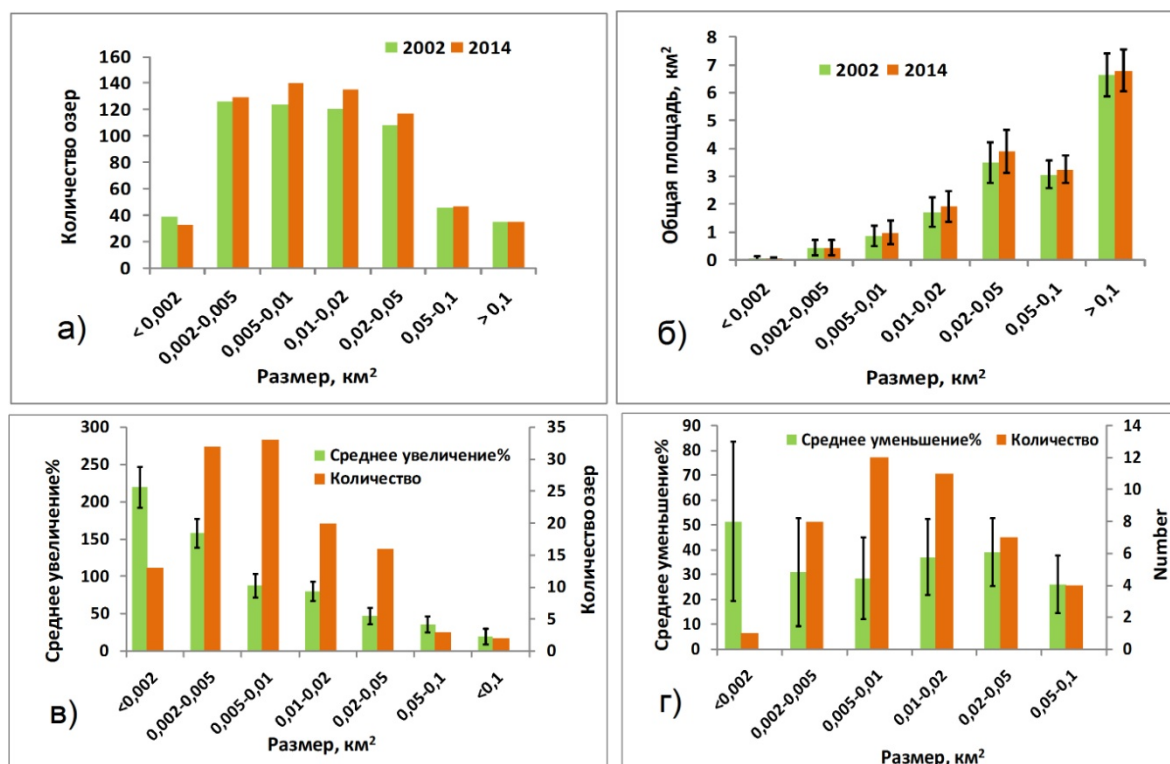


Рисунок 5 – Распределение количества озер (а) и их общей площади (б) по размерам; количество озер, площадь которых увеличилась (в) и уменьшилась (г)

а средняя – 0,027 км². Преобладали озера с площадью 0,002–0,05 км², что составило 80% по количеству и 42–45% от общей площади (рисунок 5, а, б). Озера были расположены на высотах 2220–3660 и 2220–3690 м в 2002 и 2014 годах соответственно. Небольшое увеличение верхней границы распространения на 30 м больше абсолютной вертикальной точности SRTM GDEM ±10 м, но мы отмечаем, что точность была получена из небольшого числа GCP. Большинство озер (60 и 56%), на которые приходится 56 и 52% их общей площади в 2002 и 2014 годах соответственно, были расположены на высотах 3100–3400 м над ур. м. Озера 3-го типа преобладали как по количеству, так и по суммарной площади, за ними следовали озера 2-го типа (таблица 2). Озер 4-го типа было относительно немного, но их размеры были на порядок больше, чем у других типов озер, в среднем 0,11 км². Озера 4-го типа располагались на более низких высотах, по этой причине средний размер озера в пределах самого низкого диапазона высот 2200–2500 м над ур. м. составил 0,2 км², что выше, чем в других высотных диапазонах. Максимальное количество озер с наибольшей общей суммарной площадью обнаружено в бассейнах рек Осек, Коксу и Аксу, из которых первые два являются крупнейшими бассейнами в исследуемом районе. Средний размер озер в этих бассейнах составил 0,023–0,036 км². Большие озера со средней площадью 0,04 и 0,062 км² расположены в бассейнах рек Коргас и Лепсы соответственно.

Таблица 2 – Распределение озер по типам в 2002 и 2014 годах. Площадь озер дана в км²

Тип озера	2002 г.			2014 г.			Высотный интервал, м
	Количество	Общая площадь	Средняя площадь	Количество	Общая площадь	Средняя площадь	
Тип 1	107	2,39 ± 0,13	0,022	118	2,62 ± 0,15	0,022	3020-3660 (3690)
Тип 2	203	2,93 ± 0,19	0,014	234	3,8 ± 0,23	0,016	2910-3660
Тип 3	267	8,63 ± 0,43	0,032	263	8,64 ± 0,43	0,033	2470-3590
Тип 4	22	2,31 ± 0,1	0,11	21	2,27 ± 0,09	0,11	2220-3220
Общая/средняя	599	16,26 ± 0,85	0,02	636	17,35 ± 0,9	0,03	2220-3690

Изменения в количестве и характеристиках озер. В период с 2002 по 2014 год общее количество озер увеличилось на 6,2%. В то время как площадь 19,5% озер возросла, площади 12,5% озер уменьшилась, в том числе те озера, которые полностью исчезли (таблица 3, см. рисунок 5 в, г). Изменения в 68% всех озер (в 2002 году) были в пределах погрешности измерений.

Таблица 3 – Изменения в количестве и общей площади озер

Тип озер	Количество	Общая площадь, км ²		Изменение общей площади	
		2002 г.	2014 г.	км ²	%
Увечившиеся	116	1.43 ± 0.097	2.41 ± 0.15	0.98 ± 0.26	69 ± 17
Сократившиеся	42	0.68 ± 0.042	0.46 ± 0.03	0.22 ± 0.08	32 ± 17.4
Изменившиеся в пределах ошибки	409	13.91 ± 0.7	14.06 ± 0.71	0.15 ± 1.3	1 ± 15.1
Новые	69	–	0.44 ± 0.03	0.44 ± 0.18	100 ± 15.3
Исчезнувшие	32	0.25 ± 0.02	–	0.25 ± 0.09	100 ± 15.6

На рисунке 5 показаны изменения по площади и количеству озер в соответствии с категорией размеров. Количество озер увеличилось во всех категориях, кроме самых больших (>0,1 км²), где число не изменилось, и самых маленьких (<0,002 км²), где общее количество озер сократилось, поскольку их площади увеличились в 2014 году по сравнению с 2002 годом и они перешли в следующую категорию размеров (см. рисунок 5, а). Небольшое увеличение общей площади наблюдалось и во всех категориях, но было близко к погрешности измерений (см. рисунок 5, б), и озера, площадь которых либо увеличилась (см. рисунок 5, в), либо уменьшилась (см. рисунок 5, г) за пределами погрешности, анализировались отдельно. У маленьких озер наблюдалось наибольшее увеличение по площади. Средняя площадь таких озер возросла на 220% (рисунок 5, в). Среднее уменьшение площади было ниже, чем увеличение во всех категориях размеров и, по-видимому, не коррелировало с размером озера (см. рисунок 5, г). Наибольшим ростом численности и средней площади характеризуются озера 1-го типа (таблица 4). Из всех 44 озер, площадь которых увеличилась в 2 раза и более, 31 принадлежало к 1-му типу. Из 69 вновь образованных озер 51 было озером 1-го типа, в то время как небольшое количество озер 1-го типа уменьшилось или полностью исчезло (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Изменения в количестве (N) и общей площади озер разных типов.

Для каждого типа верхняя и нижняя строки показывают абсолютные (км²) и относительные (%) изменения. Озера, классифицированные как тип 1 в 2002 году и тип 2 в 2014 году, показаны отдельно как категория «изменившиеся тип»

Тип озер	Тип 1		Тип 2		Тип 3		Тип 4		Озера изменившиеся тип	
	N	км ² /%	N	км ² /%	N	км ² /%	N	км ² /%	N	км ² /%
Увечившиеся	57	0,74 ± 0,17 75 ± 15,2	29	0,086 ± 0,036 47,3 ± 18,8	8	0,024 ± 0,013 31,9 ± 21,2	2	0,012 ± 0,004 37,8 ± 23	20	0,1 ± 0,029 78,6 ± 16,9
Сократившиеся	--	--	25	0,13 ± 0,041 35,3 ± 16,7	7	0,014 ± 0,01 23,4 ± 18,3	5	0,058 ± 0,02 28,2 ± 13,2	5	0,017 ± 0,004 41,9 ± 21,9
Изменившиеся в пределах погрешности	10	0,03 ± 0,058 5,7 ± 13,8	127	0,099 ± 0,28 4,05 ± 16,6	248	0,14 ± 0,95 2,2 ± 14,7	14	0,058 ± 0,22 2,9 ± 12,1	10	0,034 ± 0,068 5,3 ± 13,5
Новые	51	0,305 ± 0,13	18	0,13 ± 0,051	--	--	--	--	--	--
Исчезнувшие	5	0,032 ± 0,009	22	0,18 ± 0,015	4	0,023 ± 0,005	1	0,021 ± 0,005	--	--

Вторыми по показателю роста стали озера 2-го типа. Хотя средний прирост был меньше, чем у озер 1-го типа, их общее количество и площадь увеличились на 30% (см. таблицу 2) из-за перехода 35 озер из приледниковых (1-й тип) озер (см. таблицу 4). Озера 2-го типа демонстрировали наиболее динамичное поведение, так как наряду с их ростом и образованием новых озер 11% полностью исчезли или уменьшились в период между 2002 и 2014 годами (см. рисунок 6, г).

Количество и площадь озер 3-го и 4-го типов изменялись намного меньше. На рисунке 6, а,б показаны расположения озер, изменения площади которых превышает погрешность измерения. Наибольшее количество новых озер, увеличившихся по размерам, расположено в северном и западном районах Жетысу Алатау в бассейнах рек Аксу (10%-е увеличение общей площади), Бьен (14%), Коре (17%) и Коксу (11%) на высотах 3000-3500 м над ур. м. Из 69 новых озер 25 образовались в этих четырех бассейнах (см. рисунок 6, в). Распределение озер, площадь которых снижалась, было однородным по всему региону, и большинство таких водоемов было расположено на высоте 3000–3300 м над ур. м. (см. рисунок 6, б).

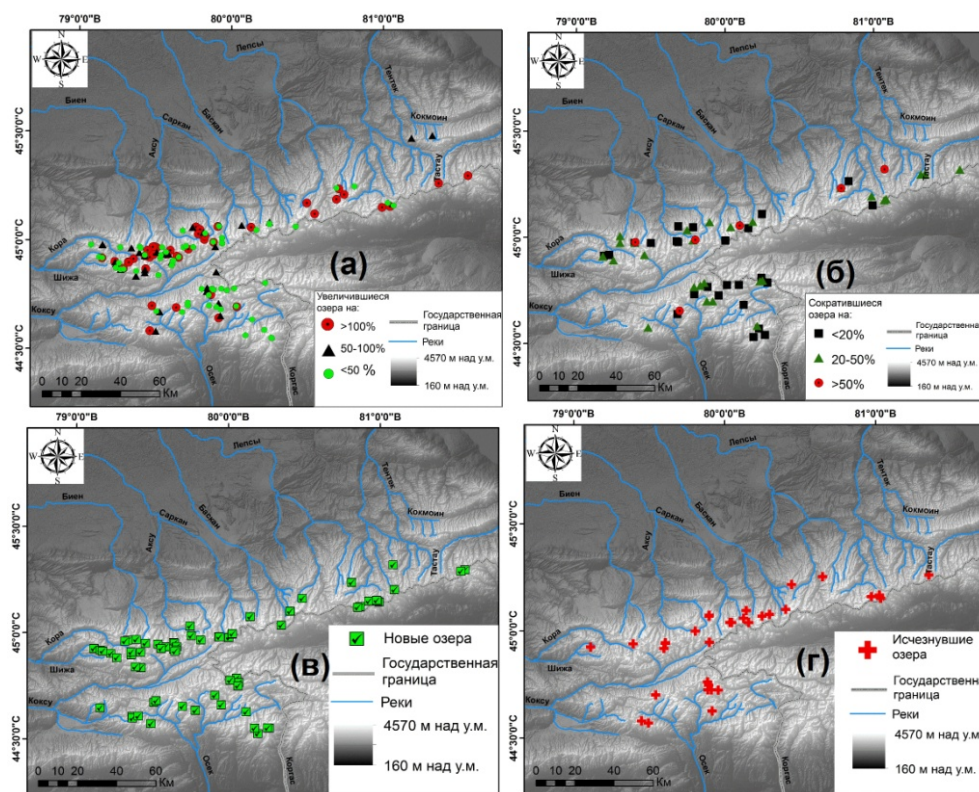


Рисунок 6 – Пространственное распределение озер, которые: а – увеличились в размерах; б – уменьшились по размеру; в – новые озера; г – исчезнувшие

Заключение. Увеличение численности и общей площади горных озер исследовалось в Жетысу Алатау между 2002 и 2014 годами по данным космических снимков. Общий рост площади был небольшим, примерно на 6%; однако небольшое общее увеличение было вызвано динамикой отдельных озер, которая включала как рост, так и сокращение по площади с течением времени. Две категории озер, развивающиеся на молодых моренах, и приледниковые озера показали самый сильный рост. За период исследования появилось 69 новых озер, 51 одно из которых образовалось на концах ледников в результате их отступления. Из 32 исчезнувших водоемов 27 расположились на современных моренах.

Мониторинг высокогорных озер при помощи дешифрирования разновременных космических снимков Landsat в условия продолжающейся деградации оледенения дает возможность выявить, как на ранней стадии зарождения, так и в стадии максимального развития, озера, представляющие угрозу формирования разрушительного селя в результате прорыва.

Работа выполнена при поддержке Newton - al-Farabi Fund по результатам исследований программы «Динамика криосферы зоны формирования стока Балхаш-Алакольского бассейна как основа обеспечения водной безопасности и перспективного планирования развития водного сектора экономики» (№ 1732/ГФ4) и программы «Эволюция ледников и ледниковых систем трансграничных бассейнов Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии как основа оценки современных и прогнозных изменений региональных водных ресурсов» (№ 0257/ПЦФ-14).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Severskiy I., Vilesov E., Armstrong R., Kokarev A., Kogutenko L., and Usmanova Z.: Changes in glaciation of the Balhash Alakol basin over the past decades // *Annals of Glaciology*. – 2016. – N 57. – P. 382-394.
- [2] Вилесов Е.Н., Морозова В.И., Северский И.В. Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее будущее. – Алматы, 2013. – 244 с.
- [3] Попов Н.В. Исследование озер гляциальной зоны юго-востока Казахстана с целью оценки возможности их прорывов и мониторинга селеопасности: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Алматы, 1986. – 97 с.
- [4] Jansky, B., Sobr, M., and Engel, Z. Outburst flood hazard: Case studies from the Tien-Shan Mountains, Kyrgyzstan// *Limnologica*. – 2010. – N 40. – P. 358-364.
- [5] Bolch T., Peters J., Yegorov A., Pradhan B., Buchroithner M., Blagoveshchensky V. Identification of potentially dangerous glacial lakes in the northern Tien Shan // *Natural Hazards*. – 2011. – N 59. – P. 1691-1714.
- [6] Медеуов А.Р., Колотилин Н.Ф., Керемкулов В.А. Сели Казахстана. – Алматы, 1993. – 160 с.
- [7] Тихомиров Ю.П., Шевырталов Е.П. Некоторые характеристики гляциального селя, прошедшего в бассейне реки Сарканд // *Селевые потоки*. – 1985. – № 9. – С. 132-138.
- [8] Huggel, C., Kääb, A., Haerberli, W., Teysseire, P., and Paul, F. Remote sensing based assessment of hazards from glacier lake outbursts: A case study in the Swiss Alps, Can // *Geotech*. – 2002. – N 39. – P. 316-330.
- [9] Li J., Sheng, Y. An automated scheme for glacial lake dynamics mapping using Landsat imagery and digital elevation models: a case study in the Himalayas // *Remote Sensing*. – 2012. – N 33. – P. 5194-5213.
- [10] Ye Q., Zhong Z., Kang S., Stein A., Wei Q., Liu J. Monitoring glacier and supra-glacier lakes from space in Mt. Qomolangma region of the Himalayas on the Tibetan Plateau in China // *Mountain Science*. – 2009. – N 6. – P. 211-220.
- [11] Gardelle J., Arnaud Y., Berthier E. Contrasted evolution of glacial lakes along the Hindu Kush Himalaya mountain range between 1990 and 2009 // *Glob. Planet. Change*. – 2011. – N 75. – P. 47-55.
- [12] Wang X., Liu S., Guo, W., Yao X., Jiang Z., Han Y. Using Remote Sensing Data to Quantify Changes in Glacial Lakes in the Chinese Himalaya // *Mountain Research and Development*. – 2012. – N 32. – P. 203-212.
- [13] Wang X., Ding Y., Liu S., Jiang L., Wu K., Jiang Z., Guo W. Changes of glacial lakes and implications in Tian Shan, central Asia, based on remote sensing data from 1990 to 2010 // *Environmental Research Letters*. – 2013. – N 8. – P. 1-11.
- [14] Evans S.G., Delaney K.B. Catastrophic Flows in the Mountain Glacial Environment, in: *Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters*, Haerberli, W., Whiteman, C., Shroder Jr, J. F., Elsevier. – 2015. – P. 563-606.
- [15] Paul F., Barrand N.E., Baumann S., Berthier E., Bolch T., Casey K., Nosenko G., Frey H., Joshi S.P., Konovalov V., Bris R.L.E., Mo N., Steffen S., Winsvold S. On the accuracy of glacier outlines derived from remote-sensing data // *Annals of Glaciology*. – 2013. – N 54. – P. 171-182.
- [16] Granshaw F.D., Fountain A.G. Glacier change (1958–1998) in the North Cascades National Park Complex, Washington, USA // *Journal of Glaciology*. – 2006. – N 52. – P. 251-256.
- [17] Bolch T., Menounos B., Wheate R. Landsat-based inventory of glaciers in western Canada, 1985–2005 // *Remote Sens. Environ*. – 2010. – N 114. – P. 127-137.
- [18] Медеу А.Р., Токмагамбетов Т.Г., Кокарев А.Л., Плеханов П.А. Гляциальные озера бассейна реки Хоргос и оценка опасности их прорыва // *Лед и снег*. – 2013. – № 3. – С. 99-106.
- [19] Severskiy E.V. State of cryolitogen thickness of North Tien Shan, in: *Assessment of snow, glacier and water resources in Asia*, edited by: Braun L.N., Hagg W., Severskiy I.V., Young G. // *UNESCO-IHP*. – Koblenz, 2009. – P. 151-159.

REFERENCES

- [1] Severskiy I., Vilesov E., Armstrong R., Kokarev A., Kogutenko L., Usmanova Z.: Changes in glaciation of the Balhash Alakol basin over the past decades // *Annals of Glaciology*. – 2016. N 57. P. 382-394.
- [2] Vilesov E.N., Morozova V.I., Severskiy I.V. Glaciation of the Jungar (Jetyusu) Alatau: Past, present, future. Almaty, 2013. 244 p. (in Russian).
- [3] Popov N.V. Study of Glacier Lakes in south-eastern Kazakhstan to Evaluate Risks of Their Outburst and Monitoring of Debris Flows. PhD Thesis, Institute of Geography. Almaty, 1986. 97 p. (in Russian).
- [4] Jansky B., Sobr M., Engel Z. Outburst flood hazard: Case studies from the Tien-Shan Mountains, Kyrgyzstan // *Limnologica*. 2010. N 40. P. 358-364.
- [5] Bolch T., Peters J., Yegorov A., Pradhan B., Buchroithner M., Blagoveshchensky V. Identification of potentially dangerous glacial lakes in the northern Tien Shan // *Natural Hazards*. 2011. N 59. P. 1691-1714.
- [6] Medeuov A.R., Kolotilin N.F., Keremkulov V. A. Debris Flows in Kazakhstan. Almaty, 1993. 160 p. (in Russian).
- [7] Tikhomirov Y.P., Shevyrtalov E.P. Characteristics of Debris Flow Resulting from Glacial Lake Outburst in the Sarkand Valley // 1986. N 9. P. 132-138 (in Russian).
- [8] Huggel C., Kääb A., Haerberli W., Teysseire P., Paul F. Remote sensing based assessment of hazards from glacier lake outbursts: A case study in the Swiss Alps, Can // *Geotech*. 2002. N 39. P. 316-330.
- [9] Li J., Sheng Y. An automated scheme for glacial lake dynamics mapping using Landsat imagery and digital elevation models: a case study in the Himalayas // *Remote Sensing*. 2012. N 33. P. 5194-5213.
- [10] Ye Q., Zhong Z., Kang S., Stein A., Wei Q., Liu J. Monitoring glacier and supra-glacier lakes from space in Mt. Qomolangma region of the Himalayas on the Tibetan Plateau in China // *Mountain Science*. 2009. N 6. P. 211-220.
- [11] Gardelle J., Arnaud Y., Berthier E. Contrasted evolution of glacial lakes along the Hindu Kush Himalaya mountain range between 1990 and 2009 // *Glob. Planet. Change*. 2011. N 75. P. 47-55.

- [12] Wang X., Liu S., Guo W., Yao X., Jiang Z., Han Y. Using Remote Sensing Data to Quantify Changes in Glacial Lakes in the Chinese Himalaya // *Mountain Research and Development*. 2012. N 32. P. 203-212.
- [13] Wang X., Ding Y., Liu S., Jiang L., Wu K., Jiang Z., Guo W. Changes of glacial lakes and implications in Tian Shan, central Asia, based on remote sensing data from 1990 to 2010 // *Environmental Research Letters*. 2013. N 8. P. 1-11.
- [14] Evans S.G., Delaney K.B. Catastrophic Flows in the Mountain Glacial Environment, in: *Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters*, Haeberli, W., Whiteman, C., Shroder Jr., J. F., Elsevier. 2015. P. 563-606.
- [15] Paul F., Barrand N.E., Baumann S., Berthier E., Bolch T., Casey K., Nosenko G., Frey H., Joshi S.P., Kononov V., Bris R.L.E., Mo N., Steffen S., Winsvold S. On the accuracy of glacier outlines derived from remote-sensing data // *Annals of Glaciology*. 2013. N 54. P. 171-182.
- [16] Granshaw F.D., Fountain A.G. Glacier change (1958–1998) in the North Cascades National Park Complex, Washington, USA // *Journal of Glaciology*. 2006. N 52. P. 251-256.
- [17] Bolch T., Menounos B., Wheate R. Landsat-based inventory of glaciers in western Canada, 1985–2005 // *Remote Sens. Environ.* 2010. N 114. P. 127-137.
- [18] Medeu A.R., Tokmagambetov T.G., Kokarev A.L., Plehanov P.A., Plehanova N.S. Glacial lakes of the River Horgos basin and assessment of their outburst // *Ice and Snow*. 2013. N 3. P. 99-106 (in Russian).
- [19] Severskiy E.V. State of cryolitogen thickness of North Tien Shan, in: *Assessment of snow, glacier and water resources in Asia* / Edited by: Braun L.N., Hagg W., Severskiy I. V., Young G. // UNESCO-IHP. Koblenz, 2009. P. 151-159.

В. П. Капица¹, М. В. Шахгеданова², И. В. Северский³, А. Р. Медеу⁴

¹Кіші ғылыми қызметкер (География институты, Алматы, Қазақстан)

²Доктор, климатологияның қауымдастырылған профессоры (доценті)
(Рединг Университетінің география және экология факультеті, Рединг, Ұлыбритания)

³ҚР ҰҒА академигі, гляциология лабораториясының бас ғылыми қызметкері
(География институты, Алматы, Қазақстан)

⁴ҚР ҰҒА академигі, г.ғ.д., директор (География институты, Алматы, Қазақстан)

LANDSAT ҒАРЫШТЫҚ ТҮСІРЛІМ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ БИІК ТАУЛЫ ЖЕТІСУ АЛАТАУ КӨЛІН ТҮГЕНДЕУ

Аннотация. 2002 және 2014 жж жағдай бойынша биік таулы Жетісу Алатау көлін түгендеу Landsat ғарыштық түсірілімдерді айқындау негізінде жүргізілді. Көл 2002 және 2014 жж. сәйкес 2260–3660 және 2220–3690 м т. д. төмен биіктік аралығында орналасқан болатын. Көлдер саны 599-дан 636-ға дейін 6,2 %-ға артып, жалпы аумағы 16,26 км²-ден 17,35 км²-ге дейін өсті. 3100–3400 м т. д. төмен биіктік аралығында орналасқан көп көлдер (60 және 50 %), бұл 2002 және 2014 жылдардағы жалпы аумақтың 56 және 52 % құрайды. Бұл уақытта көл аумағы 19,5%-ға артты жалпы көл саны 12,5%-ға қысқарып, аумағымен қоса толықтай жоғалып кеткен. Көлдердің барлығы 4 түрге бөлінген: мұздық жанындағы, мұздық жанындағы-мореналық, мореналық және құлама үйінділік.

Түйін сөздер: Жетісу Алатауы, түгендеу, ғарыштық түсірілімдер, мұздық көл, мореналық көл, мұзбасу.

V. P. Kapitsa¹, M. V. Shahgedanova², I. V. Severskiy³, A. R. Medeu⁴

¹Master of Science, Researcher (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

²Doctor, Associate Professor in Climate Science

(Department of Geography and Environmental Science, University of Reading, Reading, United Kingdom)

³Academician of the National Academy of Sciences, Doctor of Geographical Science, Chief Researcher
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

⁴Academician of the National Academy of Sciences, Doctor of Geographical Science, Director
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

INVENTORY OF HIGH MOUNTAIN LAKES IN THE ZHETYSU ALATAU USING LANDSAT IMAGERY

Abstract. Changes in the abundance and area of mountain lakes in the Djungarskiy (Zhetysu) Alatau between 2002 and 2014 were investigated using Landsat imagery. The number of lakes increased by 6.2 % from 599 to 636 with a growth rate of 0.51 % a⁻¹. The combined areas were 16.26±0.85 to 17.35±0.92 km² respectively and the overall change was within the uncertainty of measurements. The lakes were located in the altitude range 2260–3660 and 2220–3690 m above sea level. in 2002 and 2014 respectively. The majority of lakes (60 and 56 %), accounting for 56 and 52 % of their total combined area in 2002 and 2014 respectively, were positioned between 3100 m and 3400 m a.s.l. All mapped lakes were assigned to one of following types: Type 1 – contact lakes, Type 2 – proglacial morainic lakes Type 3 – morainic lakes and Type 4 – dammed lakes.

Keywords: Zhetysu Alatau, inventory, satellite images, glacial lake, moraine lake, glaciation.

УДК 528.94

М. Г. Годжаманов¹, И. А. Гарибова²

¹Д.т.н., профессор, зав. кафедрой геодезии и картографии
(Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан)

²Докторант, старший преподаватель
(Азербайджанский педагогический университет, Баку, Азербайджан)

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕМАТИЧЕСКОМУ СОДЕРЖАНИЮ КАРТ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Аннотация. Развитие системного подхода в картографии, углубление запросов науки и практики вызывают необходимость создания карт, дающих синтетическую целенаправленную информацию об определенных свойствах, признаках, взаимосвязях и других содержательных аспектах характеристики географических явлений как пространственных систем разного ранга. К таким картам относятся и карты охраны природы (КОП). В связи с этим становятся актуальными и ставятся на повестку дня проблемы совершенствования тематического содержания и создания серий КОП.

Ключевые слова: карта, легенда, масштаб, охрана природы, охраняемые объекты, содержание карт.

Введение. Проблема сохранения целостности и природоохранного режима особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Азербайджанской Республике (АР) никогда не была столь острой, как сейчас. В последние годы в республике в этом направлении принят ряд соответствующих законов и постановлений Президента и Правительства АР [2-5], выполнены многочисленные проекты, созданы разного рода природоохранные объекты, заповедники и национальные парки, которые показаны на рисунке 1.

Для того чтобы составить долгосрочные целевые программы обустройства территории, необходимы обширные научные исследования условий всего региона. На этой основе разрабатываются конкретные мероприятия по защите окружающей среды. Составление карт охраны природы исследуемого региона является очень важной и неотъемлемой частью всего комплекса мероприятий по защите окружающей среды.

При разработке тематического содержания карт охраны природы (КОП) следует учитывать, какие мероприятия по охране и восстановлению природной среды должны отображаться на этих картах, чем они обусловлены и где проводятся, а также очень тщательным должен быть показ ООПТ. В свою очередь, содержание карт КОП зависит от охвата площади и назначения данных карт. По этим характеристикам их классифицируют как региональные, отраслевые и масштабные.

Общие требования к региональному ряду карт охраны природы. В целом охрана природы включает в себя следующие задачи:

1. Сохранение и улучшение физического и социального благополучия населения.
2. Рациональное природопользование в процессе хозяйственной деятельности.
3. Защита ландшафтов, поддержание естественного состояния охраняемых природных территорий.

Региональный ряд КОП может быть весьма разнообразным, что зависит от используемой схемы природного районирования. Природный потенциал ландшафтов региона должен послужить основой для определения различия площадей объектов охраны. При создании регионального ряда КОП важен показ учреждений, занимающихся охраной природы, и профилактических мер.

Основой выделения территорий для создания карт регионального ряда всегда является ландшафтное районирование: выделение природных зон областей высотной поясности, секторов (меридиональных), структурно-геоморфологических комплексов. В частных случаях возможно использование административного или бассейнового принципа.

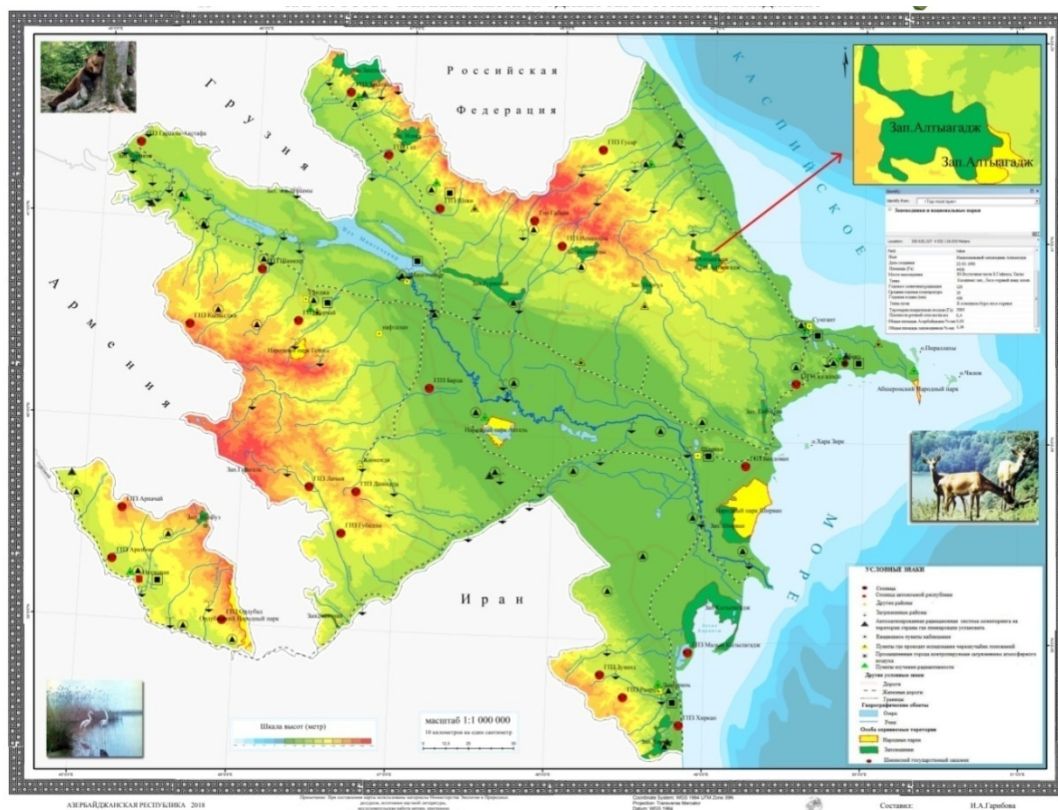


Рисунок 1 – Карта особо охраняемых природных территорий Азербайджана

Обоснование региональных схем охраны природы должно опираться на комплексность, а затем на анализ природных условий территории с акцентом на «слабые места» природы: участки территорий, наиболее сильно подверженные природным или антропогенным воздействиям, редкие виды растений и животных и т.п. Важны оценки динамики природной среды, прежде всего естественной.

Требования к тематическому содержанию отраслевого ряда КОП. Системы охраны природы отраслевого ряда направлены на сохранение еще не тронутых природных комплексов; на определение охранного режима используемых территорий, где проявляются негативные последствия природного и антропогенного характера; на обеспечение мероприятий по акклиматизации ценных животных, мелиорации; на внедрение экологически безопасных технологий или репрофилирование предприятий. В крупных регионах с определенной ориентацией на какой-либо вид хозяйственного пользования требуется КОП отраслевой специфики. В содержании отраслевых КОП целесообразно отображать информацию об источниках воздействия на окружающую среду, их типах, объемах выбросов, режимах влияния.

Основой отраслевого ряда целесообразно сделать районирование с выделением территорий с преобладающей хозяйственной ориентацией. Картографированию при этом подлежат объекты природы, подверженные влиянию (загрязнению, нарушенности, деградации) определенных отраслевых комплексов. Среди отраслевых видов освоения выделяются промышленное, сельскохозяйственное и рекреационное. С тремя отмеченными типами освоения тесно взаимосвязаны лесохозяйственное, охотничье-промысловое, мелиоративное, транспортное и другие виды хозяйственной деятельности.

Если на КОП регионального ряда логично преобладание объектов, нуждающихся преимущественно в охране, то на КОП отраслевого ряда большая часть объектов обязательно должна нуждаться в рекультивации, восстановлении, очищении, переводе в другие виды угодий и регулировании хозяйственного использования территорий.

Набор и типология объектов на отраслевых КОП неизбежно отражают природные особенности территорий. Различия между объектами регионального и отраслевого КОП состоят в том, что объекты охраны на КОП регионального ряда принадлежат природным системам, а на КОП отраслевого ряда – природно-техническим системам (ПТС). В таблице 1 приведены основные нагрузки легенд КОП отраслевого ряда [6].

Таблица 1– Содержание легенды КОП отраслевого ряда

Тип освоения	Природоохранные мероприятия
Промышленное	Охрана: водных объектов; воздушного бассейна; подземных вод; почвенно-растительных ресурсов Рекультивация: земель на местах добычи полезных ископаемых; рек Утилизация бытовых и токсичных отходов Выявление и охрана геологических памятников природы; рациональная эксплуатация месторождений полезных ископаемых
Сельскохозяйственное	Введение пастбищеоборотов; регулирование выпаса скота; создание культурных пастбищ Мелиоративные мероприятия Охрана, восстановление и предотвращение вторичного засоления почв Утилизация стоков; закрытый дренаж; нормирование удобрений
Рекреационное	Выявление и охрана: ООПТ; памятников природы, садово-паркового искусства, истории, культуры; курортных лесов; пляжей Районирование национальных парков по степени охраны; регулирование туристских нагрузок Предотвращение загрязнения и опасных природных явлений Интенсивное освоение (вместо экстенсивного)

Основные требования к содержанию масштабного ряда КОП. Масштабные ряды карт КОП выглядят как подчиненные региональному и отраслевому рядам КОП. И региональный, и отраслевой ряды могут содержать образцы карт разных масштабов. С методической точки зрения целесообразно разработать общие принципы построения масштабного ряда КОП.

Масштабы в случаях природоохранных карт определяют детальность отображения объектов охраны и природоохранных мероприятий. Для регионов со сложной структурой ландшафтов и многочисленными разнообразными объектами охраны природы возможно проектирование серии карт разных масштабов.

В картографии различают карты: крупномасштабные (1:200 000 и крупнее), среднемасштабные (мельче 1:200 000 до 1:1 000 000), мелкомасштабные (мельче 1:1 000 000) [7]. Аналогичным образом следовало бы разработать принципы построения масштабного ряда КОП.

Так, на мелкомасштабных и обзорных картах КОП целесообразно отображать районирование по устойчивости к техногенным воздействиям и комфортности окружающей среды к условиям жизнедеятельности. Охраняемые природные территории обычно делятся только на виды, даются без подразделения по профилю и не выражаются в масштабах карт. Возможен показ районирования по бассейнам рек, а также ареалов редких или подлежащих охране растений и животных. На мелкомасштабных и обзорных КОП необходимо давать также административное районирование территорий с отображением природоохранных мероприятий, например водной мелиорации, восстановления лесов и т.п.

Объектами содержания среднемасштабных КОП являются компоненты природной среды, сообщества растительного и животного мира. На этих же картах можно отображать и охраняемые природные территории, однако их следует разделять по видам, профилю и значению.

На среднемасштабных КОП нужно отображать системы охраны природы в окрестностях крупных городов и промышленных комплексов, зоны почвозащитного назначения на участках долин и бассейнов, ареалы проведения определенных видов природоохранных мероприятий, а также ООПТ и памятники природы в виде карт-врезок.

Как обычно крупномасштабные КОП создают на ограниченные по площадям территории, показывающие охраняемые объекты (национальные парки, заповедники, заказники) или с определенной хозяйственной специализацией (зоны промышленного освоения, карьеры, зоны отдыха, промыслы). Основными элементами содержания этого масштаба КОП являются компоненты системы природоохранных мероприятий, сведения об охраняемых объектах (почвах, животных, растениях), минеральные источники, пляжи, редкие виды растений и животных, защитные сооружения и насаждения, памятники истории, культуры, природы и садово-паркового искусства.

Генерализация содержания КОП может быть очень сложной, поскольку она зависит от детальности остроты проблем охраны природы. Также при показе природоохранных мероприятий на КОП разных масштабов возможны переходы от одних способов картографического изображения к другим. Возможен показ внемасштабными или цифрами отдельных ООПТ и природно-технических систем (таблица 2).

Таблица 2 – Содержания КОП в разных масштабах

Масштабы карт	Охват площади ООПТ и ПТС			
	ПТС крупных площадей	ПТС малых площадей	Заповедники, национальные парки	Памятники природы, заповедные урочища
Обзорные и мелкие 1:1 000 000 – 1:10 000 000 (карты крупных государств и административно-территориальных единиц)	В полной мере	Ограничено	Ограничено	–
Средние 1:200 000 – 1:1 000 000 (карты мелких государств и административно-территориальных единиц)	Ограничено	В полной мере	В полной мере	Ограничено
Крупные 1:10 000 – 1:200 000 (ландшафтных комплексов, районов, площадных ООПТ)	–	Ограничено	В полной мере	В полной мере
Очень крупные 1:2000 – 1:10 000 (площадных ООПТ)	–	–	Ограничено	В полной мере

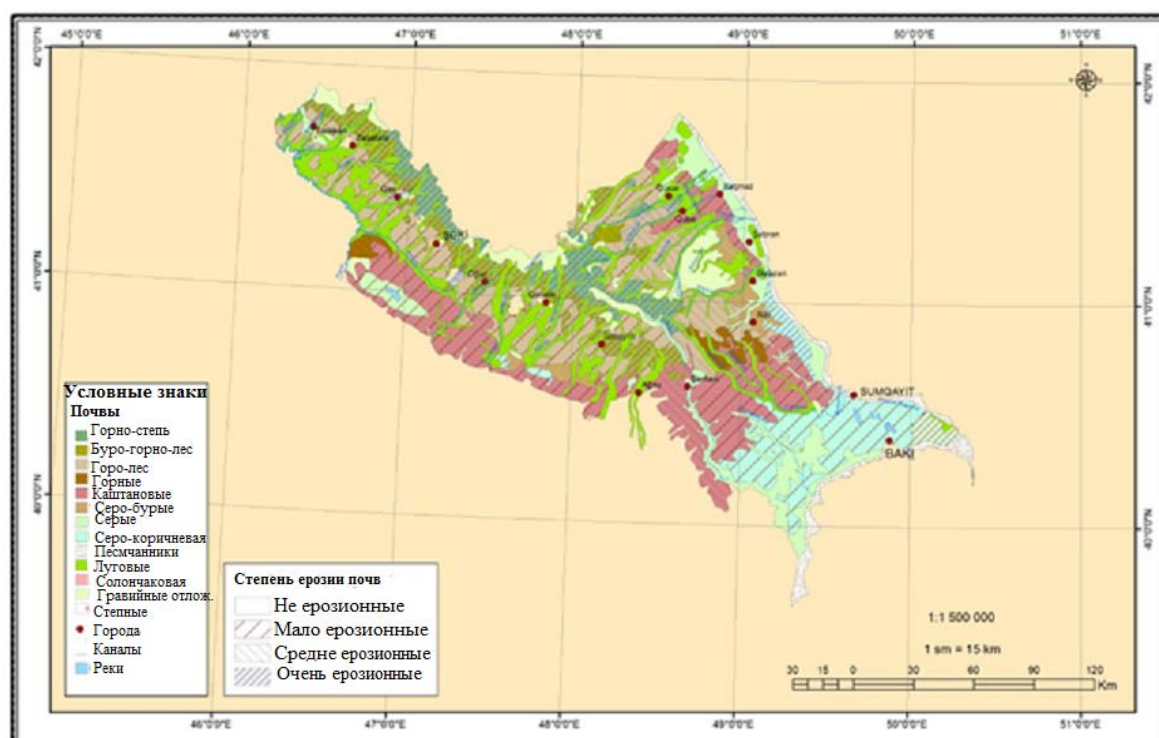


Рисунок 2 – Карта эрозии земель азербайджанской части Большого Кавказа

На рисунке 2 приводится карта азербайджанской части Большого Кавказа, где изображены участки земель, подверженные влиянию эрозии. На основе этой карты выполнен анализ типов земель, затем они сгруппированы по степеням воздействия на них процесса эрозии, разработаны легенда и соответствующие условные знаки для отображения этих компонентов.

Эта карта составлена с соблюдением современных требований к картосоставлению путем дешифрирования космических снимков, полученных с ИСЗ LandSat (USA), инструментальную базу составили Географические информационные системы с программным обеспечением ArcGIS [1].

Выводы. В заключение можно сделать следующие выводы и дать рекомендации:

1. В Азербайджанской Республике в разные годы составлены многочисленные по назначению и содержанию тематические и специальные карты, где частично были отображены также некоторые элементы природоохранного профиля. Однако специальные карты, посвященные проблемам и охраняемым мероприятиям природы, до сих пор не созданы. В связи с этим в настоящее время является актуальным создание карт охраны природы на территории АР.

2. По назначению и решаемым ими задачам карты КОП существенно отличаются от другого типа тематических и специальных карт, поэтому требуется специальный подход к разработке концепции, методики, технологии создания, а также к содержанию (составу элементов) этих карт.

3. Указанные требования относительно содержания карт КОП являются общими, рамочными. Детальные элементы содержания карт в каждом конкретном случае следует рассмотреть отдельно, как это показано на приведенных картах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гарибова И.А. Картографирование и меры защиты против эрозии на азербайджанской части Большого Кавказа // Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук. – 2017. – № 1. – С. 186-190.
- [2] Закон Азербайджанской Республики «Об особо охраняемых природных территориях и объектах». – Баку, 2000. – 18 с.
- [3] Национальная программа АР «Об экологически устойчивом социально-экономическом развитии». – Баку, 2003.
- [4] План комплексных мероприятий по улучшению экологического состояния в Азербайджанской Республике в 2006–2010-годах. – Баку, 2003.
- [5] План дополнительных мероприятий по улучшению экологического состояния в Азербайджанской Республике в 2010–2014 годах. – Баку, 2010.
- [6] Сладкопцевцев С.А., Смирнов А.А. Проблемы охраны природы и природоохранного картографирования // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. – № 1. – С. 18-25.
- [7] Салищев К.А. Картоведение: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 445 с.

REFERENCES

- [1] Garibova I.A. Mapping and protection measures against erosion in the Azeri part of the Greater Caucasus. Bulletin of The Baku University. Series of natural sciences. 2017. N 1. P. 186-190 (in Rus.).
- [2] Law of the Republic of Azerbaijan "On specially protected natural territories and objects". Baku, 2000. 18 p. (in Rus.).
- [3] National program of Azerbaijan "On environmentally sustainable socio-economic development". Baku, 2003 (in Rus.).
- [4] The plan of complex measures to improve the ecological situation in the Republic of Azerbaijan in 2006–2010 years. Baku, 2003 (in Rus.).
- [5] An additional action plan on improvement of ecological situation in the Republic of Azerbaijan in 2010–2014 years. Baku, 2010 (in Rus.).
- [6] Sladkopezstev S.A., Smirnov A.A. The Problems of nature protection and environmental mapping // Izvestiya Vuzov. Geodesy and aerial photography. M.: Publishing house of the MIIGAiK, 2009. N 1. P. 18-25 (in Rus.).
- [7] Salishev K.A. Cartography: Textbook. M.: Izd-vo MGU, 1990. 445 p. (in Rus.).

М. Г. Годжаманов¹, И. А. Гарибова²

¹Т.ғ.д., профессор, геодезия және картография кафедрасының меңгерушісі
(Баку мемлекеттік университеті, Баку, Әзірбайжан)

²Докторант, аға оқуышы (Әзірбайжанның педагогикалық университеті, Баку, Әзірбайжан)

**ТАБИҒАТТЫ ҚОРҒАУ КАРТАСЫНЫҢ
ТАҚЫРЫПТЫҚ МАЗМҰНЫНА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАП**

Аннотация. Әртүрлі дәрежедегә кеңістіктік жүйе ретінде географиялық құбылыстар сипатының басқада мазмұндағы аспектілері мен, белгілерімен, белгілі қасиеттерімен өзара байланысы туралы синтездік мақсатты ақпараттарды беретін тәжірибеде карта мазмұнына қажеттілік тудыратын және ғылым мүдделерін тереңдетіп, картографияда жүйелік тәсілдерді дамытады. Мұндай картаға табиғатты қорғау карталары (ТҚК) жатады. Осыған орай ТҚК топтамасын құрастыру және тақырыптық мазмұнын толық жетілдіру күн тәртібінде өзекті мәселесі болып табылады.

Түйін сөздер: легенда, масштаб, табиғатты қорғау, қорғалатын нысандар, карта мазмұны.

M. H. Gojamanov¹, I. A. Garibova¹

¹Doctor of science, Professor, Chief of Department of Geodesy and Cartography
(Baku State university, Baku, Azerbaijan)

²Doctoral student, Senior lecturer
(Azerbaijan pedagogical university, Baku, Azerbaijan)

**REQUIREMENTS FOR THE THEMATIC CONTENTS OF MAPS
FOR THE NATURE PROTECTION**

Abstract. The development of a systematic approach to cartography, deepening the requests of science and practice make it necessary to create maps that give synthetic targeted information about certain properties, features, relationships and other content aspects of the characteristics of geographical phenomena as spatial systems of different ranks. Such maps include maps of nature protection (MNP). In this regard, the problems of improving the thematic content and creating a series of MNP are becoming actual.

Keywords: map, legend, scale, nature protection, protected objects, content of maps.

УДК 911.3:379.85(477)

А. А. Майстер

К.г.н., старший преподаватель кафедры туризма
(Луцкий институт развития человека Университета «Украина», Луцк, Украина)

РЕКРЕАЦИОННАЯ ОСВОЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

Аннотация. Рассмотрены геопространственные особенности рекреационной освоенности территории Украины. Определена сущность понятий «рекреационное освоение территории» и «рекреационная освоенность территории». Проанализированы основные показатели туристической деятельности страны. Осуществлен анализ основных показателей туристической деятельности регионов страны. Рассчитан интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории регионов Украины. Проведена группировка регионов страны по величине интегрального индекса уровня рекреационной освоенности территории. Проанализированы особенности геопространственной дифференциации уровней рекреационной освоенности территории Украины.

Ключевые слова: территория, рекреационная освоенность, уровень освоенности территории, туристическая деятельность, регион, Украина.

Введение. Одним из важнейших видов хозяйственного освоения территории является рекреационное освоение. В результате рекреационного освоения происходит вовлечение в хозяйственную деятельность различных рекреационных ресурсов территории. Рекреационное освоение превращается в ведущий вид хозяйственного освоения территории в результате истощаемости возможностей традиционных его видов, которыми являются сельскохозяйственное и промышленное. Оно может играть важную роль в поддержании уже достигнутого уровня хозяйственной освоенности территории [9]. Процесс рекреационного освоения территории охватывает как природные, так и общественные явления и объекты. Украина характеризуется значительной геопространственной дифференциацией уровней рекреационной освоенности территории, что обусловлено социально-экономическими и природно-географическими факторами. В условиях роста рекреационной нагрузки на природные ландшафты в отдельных регионах Украины значение имеет анализ сбалансированного развития туристической деятельности. Уровень рекреационной освоенности должен соответствовать мощности потенциала рекреационных ресурсов территории. В то же время в регионах с низким уровнем рекреационной освоенности территории возникает проблема функционирования туристической сферы, что отрицательно сказывается на общем уровне социально-экономического развития регионов. Поэтому важным вопросом является оценка уровня рекреационной освоенности территории различных территориально-иерархических уровней.

Анализ исследований и публикаций по проблеме. Теоретико-методические основы исследования хозяйственного освоения территории, в частности рекреационного, рассмотрены в работах Б. Н. Ишмуратова, К. П. Космачева, И. Н. Красильниковой [2], В. Г. Логинова [3], Ю. П. Михайлова, В. П. Мосунова, Д. В. Николаенка [6], Ю. С. Никульникова, М. Г. Никитиной, М. С. Новиковой, М. Ю. Присяжного [7], М. Т. Романова [8] и др. Вопросы развития туризма и рекреации, рекреационной освоенности территории Украины и ее регионов освещены в работах таких ученых, как А. А. Бейдик [1], И. В. Ерко и Я. Б. Олейник, А. Д. Король, М. П. Крачило, С. П. Кузык, А. А. Любичева [4], А. А. Майстер [5], И. В. Смаль [9], И. Т. Твердохлебов и др. Однако комплексные исследования рекреационной освоенности территории Украины и ее регионов в современной общественно-географической науке не получили широкого распространения.

Цель исследования – выявление геопространственных особенностей и уровня рекреационной освоенности территории регионов Украины. Основные **задачи** исследования: проанализировать особенности развития туристической деятельности в Украине; рассчитать интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории регионов страны; провести группировку регионов Украины по величине индекса уровня рекреационной освоенности территории; проанализировать особенности геопространственной дифференциации уровней рекреационной освоенности территории Украины.

Методы исследований. Для оценки уровня рекреационной освоенности территории регионов Украины нами был использован синтетический показатель, рассчитанный с помощью агрегативно-иерархической процедуры стандартизации (нормирования) исходных показателей, которая часто используется при классификации различных географических объектов. Процедура стандартизации показателей осуществлена по формуле:

$$X_{ij} = \frac{\left| \frac{\max/\min x - x_{ij}}{\max/\min x_j - \tilde{x}_j} \right|}{\left| \frac{\max/\min x - x_{ij}}{\max/\min x_j - \tilde{x}_j} \right|} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, n; \\ j = 1, 2, 3, \dots, m, \end{array} \quad (1)$$

где X_{ij} – стандартизированный показатель; x_{ij} – частные показатели туристической деятельности региона i ; \tilde{x}_j – наихудшие значения (по каждому показателю из всех, взятых для расчетов); $\max/\min x_j$ – наиболее отличительные от \tilde{x}_j значения показателей; n – количество исследуемых территориальных единиц; m – число показателей, взятых для расчетов.

На основе суммирования полученных стандартизованных значений исходных показателей X_{ij} и определения их среднего стандартизованного значения получен интегральный параметр I_r , который может быть оценен как индекс уровня рекреационной освоенности территории отдельной административной единицы. Его рассчитывали по формуле

$$I_r = \frac{\sum X_{ij}}{n}, \quad (2)$$

где I_r – интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории; X_{ij} – стандартизированный показатель; n – количество стандартизованных показателей. Значение I_r колеблется от 0 до 1 и является безразмерной величиной, которая выражает кумулятивный эффект учета различных частных показателей, взятых для расчетов.

Для оценки уровня рекреационной освоенности регионов Украины было привлечено 10 абсолютных и относительных показателей, рассчитанных на единицу площади территории, характеризующих различные параметры туристической деятельности (показатели количества субъектов туристической деятельности, туристов, обслуженных субъектами туристической деятельности, объем доходов от предоставления туристических услуг, количества отелей, аналогичных и специализированных средств размещения и др.). Для расчета интегрального индекса взяты средние значения исходных показателей туристической деятельности за 2011–2016 гг. Для каждого региона Украины определен интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории.

Результаты и их обсуждение. В научной литературе существует много подходов к пониманию сущности понятий «рекреационное освоение территории» и «рекреационная освоенность территории». А. А. Бейдик рекреационную освоенность территории понимает как состояние развития рекреационной функции в пределах определенной территории (акватории) за определенный период. По его мнению, рекреационная освоенность территории характеризуется насыщенностью территории элементами рекреационной инфраструктуры, рекреационной нагрузкой, степенью развития рекреационного хозяйства, его связями с другими подсистемами [1, с. 119]. А. Г. Топчиев трактует рекреационную освоенность территории как уровень ее естественной и социокультурной подготовленности, инфраструктурной обустроенности, экологической защищенности как рекреационной среды [11, с. 569]. Д. В. Николаенко рассматривает понятие «рекреационная освоенность территории» через призму социокультурного освоения территории и понимает его как уровень преобразования исходного пространства в процессе рекреационной деятельности [6, с. 37]. По нашему мнению, рекреационная освоенность территории – это результат ее рекреационного освое-

ния, отражающий степень освоенности рекреационных ресурсов и уровень их использования в рекреации, а также насыщенность элементами рекреационной инфраструктуры [5, с. 53].

Украина имеет благоприятные природно-географические предпосылки для рекреационного освоения территории. Страна обладает значительными рекреационными ресурсами, эффективное использование которых может привести к интенсификации развития рекреационного освоения территории. Потенциал природных рекреационных ресурсов Украины составляет 9 % от ее совокупного природно-ресурсного потенциала (ПРП).

Рекреационное освоение территории является сложным общественно-географическим процессом, который предусматривает учет различных параметров развития рекреационно-туристической деятельности. Поэтому для более детального анализа рекреационной освоенности территории нами проанализированы основные показатели туристической деятельности Украины.

В Украине сформировалась сеть туристических предприятий различных форм собственности. В 2016 г. в стране было зарегистрировано 3506 субъектов туристической деятельности различных форм собственности [10]. По сравнению с 2015 г. количество субъектов туристической деятельности увеличилось на 324 единицы. Больше всего туристических предприятий сосредоточено в столице страны (948 единиц), Днепропетровской, Львовской, Одесской и Харьковской областях – более 250 единиц. Наименьшее количество субъектов туристической деятельности – в Луганской, Донецкой и Кировоградской областях.

Интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории и некоторые показатели туристической деятельности регионов Украины в 2016 г.

Регионы	Количество туристов, обслуженных субъектами туристической деятельности	Доход от предоставления туристических услуг (без НДС, акцизов и аналогичных обязательных платежей), тыс. грн	Количество гостиниц и аналогичных средств размещения	Количество специализированных средств размещения	Интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории
Винницкая	27 485	27 380	60	20	0,026
Волынская	26 526	18 356	61	76	0,045
Днепропетровская	57 770	48 913	138	116	0,121
Донецкая	10 874	99 466	46	80	0,116
Житомирская	8 615	5984	70	13	0,016
Закарпатская	11 601	13 174	211	45	0,105
Запорожская	40 376	26 681	114	262	0,130
Ивано-Франковская	79 973	342 072	227	30	0,112
Киевская	25 008	22 836	114	62	0,052
Кировоградская	8854	7227	30	22	0,014
Луганская	1896	1705	23	6	0,013
Львовская	181 827	273 828	287	56	0,157
Николаевская	9023	7557	74	187	0,101
Одесская	59 077	236 128	232	351	0,240
Полтавская	14 608	9873	76	33	0,046
Ровенская	9022	11 417	45	13	0,013
Сумская	8819	7798	37	20	0,012
Тернопольская	7536	5926	59	11	0,017
Харьковская	40 429	45 593	108	64	0,093
Херсонская	16 584	152 694	92	148	0,098
Хмельницкая	19 885	10 935	71	17	0,029
Черкасская	11 684	10 031	80	44	0,040
Черновицкая	19 415	31 500	79	7	0,037
Черниговская	11 698	6317	35	18	0,014
Г. Киев	1 841 021	10 512 291	165	21	0,851

Для оценки рекреационной освоенности территории информативными являются показатели общего количества туристов и количества туристов на единицу площади территории, последний из которых отражает уровень туристической нагрузки. По данным Государственной службы статистики Украины, в 2016 г. субъектами туристической деятельности было обслужено 2,5 млн туристов (из них 35 071 человек – туристы-иностранцы) [10]. Больше всего туристов посетили Киев, Львовскую, Ивано-Франковскую, Одесскую, Днепропетровскую области, меньше всего – Луганскую, Тернопольскую, Житомирскую, Сумскую и Кировоградскую области (см. таблицу). По сравнению с 2015 г. количество туристов, обслуженных субъектами туристической деятельности Украины, увеличилось на 530 тыс. чел. С 2013 г. наблюдается значительное уменьшение туристических потоков, что связано с потерей Крыма и военным конфликтом на Донбассе (рисунок 1).

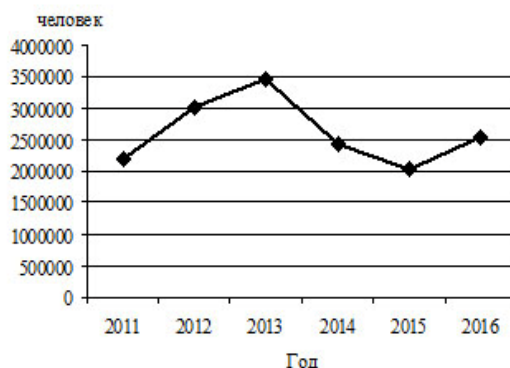


Рисунок 1 – Количество туристов, обслуженных субъектами туристической деятельности Украины в 2011–2016 гг.

В Украине наибольшая туристическая нагрузка характерна для г. Киева – более 2000 чел./км². Среди областей Украины этот показатель самый высокий во Львовской (8 чел./км²) и Ивано-Франковской (6 чел./км²) областях. Остальные регионы страны имеют невысокий уровень туристической нагрузки. Средняя туристическая нагрузка территории Украины (без г. Киев) является очень низкой и составляет всего 1 чел./км² (рисунок 2).

В 2016 г. объем доходов от предоставления туристических услуг (без НДС, акцизов и аналогичных обязательных платежей) составил 11,9 млрд грн и увеличился по сравнению с 2015 г. на 6,9 млрд грн. Больше всего доходов от предоставления туристических услуг получили г. Киев, Ивано-Франковская, Львовская, Одеская, Херсонская области (см. таблицу).

В процессе рекреационного освоения происходит насыщение территории различными объектами туристической инфраструктуры. В Украине в 2016 г. насчитывалось 2534 гостиницы и аналогичных средств размещения, из них 1703 – гостиницы, 139 – мотели, 548 – туристские базы, горные приюты, студенческие летние лагеря и другие места для временного размещения. Наибольшее количество гостиниц и аналогичных средств размещения находится во Львовской (287 единиц), Одесской (232), Ивано-Франковской (227), Закарпатской (211) областях и г. Киеве (165 единиц). Меньше всего гостиниц и аналогичных средств размещения – в Луганской, Кировоградской, Черниговской, Сумской областях – до 40 единиц (см. таблицу) [10]. Высокая концентрация гостиниц и аналогичных средств размещения характерна только для Киева.

В 2016 г. в Украине насчитывалось 1722 специализированных средства размещения, из них 279 – санатории, 63 – санатории-профилактории, 62 – пансионаты отдыха, 12 – пансионаты с лечением, 1265 – базы и другие учреждения отдыха [10]. Учреждения лечения и отдыха размещены на территории Украины неравномерно. Наибольшее их количество и концентрация в южных областях Украины – Одесской, Запорожской, Николаевской, Херсонской и Днепропетровской областях (см. таблицу).

Территориальная неравномерность обеспечения регионов Украины рекреационными ресурсами и туристической инфраструктурой обусловила геопространственную дифференциацию рекреационной освоенности территории страны. В результате проведенных расчетов [формулы (1) и (2)] для каждой области Украины определен интегральный индекс уровня рекреационной освоенности территории I_r (см. таблицу).

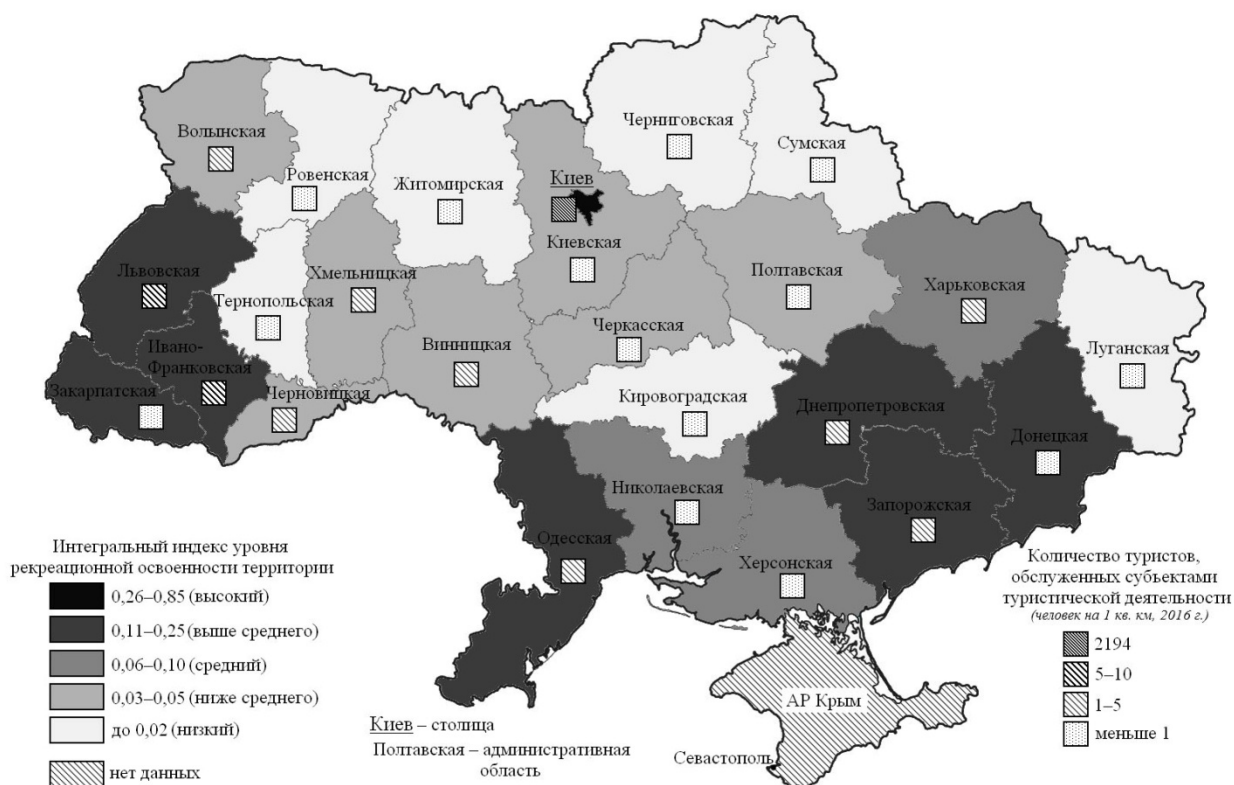


Рисунок 2 – Интегральный индекс уровня рекреационной освоенности регионов Украины (данные по Донецкой и Луганской областям приведены без учета зоны проведения антитеррористической операции)

Анализ рассчитанного интегрального индекса I_r показал, что для Украины характерна значительная геопространственная дифференциация по уровню рекреационной освоенности территории (см. таблицу). По этому показателю административные единицы Украины были сгруппированы в пять групп: с высоким, выше среднего, средним, ниже среднего и низким уровнем (см. рисунок 2).

Высокий уровень рекреационной освоенности территории характерен для столицы Украины – г. Киева (см. рисунок 2). По уровню рекреационной освоенности территории Киев является абсолютным лидером среди других регионов страны. Это обусловлено, прежде всего, тем, что Киев как столица является самым развитым городом страны, имеет развитую туристическую инфраструктуру, значительное количество туристических объектов и туристских потоков. Анализ показателей, взятых для расчета уровня рекреационной освоенности территории, показал, что г. Киев является лидером по восьми из десяти показателей.

Выше среднего по стране уровень рекреационной освоенности территории зафиксирован в Одесской, Львовской, Запорожской, Днепропетровской, Донецкой, Ивано-Франковской и Закарпатской областях (см. рисунок 2). Эти регионы имеют выгодное туристско-географическое положение. Одесская, Запорожская, Донецкая области имеют выход к Чёрному и Азовскому морям, тогда как Львовская, Ивано-Франковская и Закарпатская области граничат со странами Европы. Для этих регионов характерны высокая территориальная концентрация субъектов туристической деятельности, коллективных средств размещения, значительные туристические потоки и объемы доходов от предоставления туристических услуг, относительно высокий уровень туристской нагрузки на территорию (см. рисунок 2).

В группу регионов Украины со средним уровнем рекреационной освоенности территории вошли две южные области – Николаевская и Херсонская и одна северо-восточная – Харьковская. Южные области этой группы является курортными регионами страны, которые отличаются благоприятными климатическими условиями, наличием курортов, имеют выход к Чёрному (Николаевская, Херсонская области) и Азовскому (Херсонская область) морям. Эти области имеют средние значения показателей развития туристической деятельности, несколько выше показатели территориальной концентрации коллективных средств размещения (см. рисунок 2).

Ниже среднего уровень рекреационной освоенности территории имеют Киевская, Полтавская, Волынская, Черкасская, Черновицкая, Хмельницкая и Винницкая области. Им свойственны низкие показатели рекреационно-туристического развития, относительно слабо развитая туристическая инфраструктура. Однако эти регионы имеют значительный туристический потенциал, который сегодня используется не в полной мере.

Тернопольская, Житомирская, Кировоградская, Черниговская, Луганская, Ровенская, Сумская области имеют низкий уровень рекреационной освоенности территории. Эти регионы обладают незначительным количеством субъектов туристической индустрии и туристов, низким уровнем туристической нагрузки, невысокими доходами от туристической деятельности, слабо развитой туристической инфраструктурой. При условии эффективного использования потенциала природных и историко-культурных рекреационных ресурсов, развития туристической инфраструктуры области этой группы в будущем могут повысить уровень туристического развития, а следовательно, рекреационную освоенность территории.

Для оценки влияния социально-экономических факторов на уровень рекреационной освоенности территории регионов Украины проведен корреляционный анализ. По его результатам выявлено, что самая высокая корреляционная зависимость существует между уровнем рекреационной освоенности территории и среднемесячной номинальной заработной платой (коэффициент ранговой корреляции Спирмена – $r = 0,64$), валовым региональным продуктом ($r = 0,62$), плотностью населения ($r = 0,58$). Исходя из этого следует отметить, что высокий уровень рекреационной освоенности территории характерен для регионов Украины с относительно высоким уровнем социально-экономического развития и концентрации населения.

Выводы. Для Украины характерен в целом невысокий уровень рекреационной освоенности территории. Только столице страны присущ высокий уровень рекреационной освоенности. Западные, южные и юго-восточные области Украины имеют выше среднего и средний уровень рекреационной освоенности территории. Для северных, центральных и частично восточных регионов характерен низкий уровень рекреационной освоенности. Анализ уровня рекреационной освоенности территории Украины показал, что в стране недостаточно используется рекреационный потенциал и рекреационное использование территории является очень низким. При таких условиях государственный и областные бюджеты страны недополучают значительные объемы финансовых поступлений от туризма. Для многих областей страны, особенно северных полесских регионов, туризм мог бы стать важным инструментом стимулирования социально-экономического развития.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бейдик О.О. Рекреация освоенность території // Географічна енциклопедія України: [у 3 т.]. – Т. 3: П–Я; ред. кол.: О. М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К.: «Укр. енцикл.» ім. М. П. Бажана, 1989–1993. – С. 119-120.
- [2] Красильникова И.Н. Рекреационное освоения территории и формирование территориальных рекреационных систем разного ранга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://izd.pskgu.ru/projects/pgu/storage/prj/prj_02/prj_02_13.pdf.
- [3] Логинов В.Г. Концептуальные основы освоения природно-ресурсных районов Севера и оценки их социально-экономического потенциала: Автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Екатеринбург, 2009. – 39 с.
- [4] Любіцева О.О. Ринок туристичних послуг (геопросторові аспекти). – К.: Альтерпрес, 2002. – 436 с.
- [5] Майстер А. Рекреация освоенность території Волинської області // Наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Серія: Географічні науки. – 2017. – № 9(358). – С. 52-58.
- [6] Николаенко Д.В. Рекреационная география: Учеб. пособ. – М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2001. – 288 с.
- [7] Присяжный М.Ю. Приоритеты освоения территории Республики Саха (Якутия) в современных условиях позиционирования регионов Севера: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – СПб.: Санкт-Петербург. гос. ун-тет, 2014. – 47 с.
- [8] Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабо освоенных регионов (на примере российского Дальнего Востока): Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток: Тихоокеанский ин-т геогр. РАН, 2007. – 50 с.
- [9] Смаль І. Туризм як форма господарського освоєння депресивних регіонів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tourlib.net/stattiukr/sma13.htm>.
- [10] Статистичний збірник «Регіони України» – 2017. Ч. 1. / За ред. І. Є. Вернера. – К.: Держ. служба стат. України, 2017. – 316 с.
- [11] Топчів О.Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики: Навч. посіб. – Одеса: Астропринт, 2005. – 632 с.

REFERENCES

- [1] Beidyk O.O. Recreational development of territory // Geographical Encyclopedia of Ukraine: [in 3 vol.]. Vol. 3: P-I; Ed. Col.: O. M. Marinych (ed.) and others. K.: «Ukr. Encyclopedia» M. P. Bazhana, 1989–1993. P. 119-120 (in Ukr.).
- [2] Krasilnikova I.N. Recreational development of territory and formation of territorial recreational systems of different rank [Electronic resource]. Access mode: http://izd.pskgu.ru/projects/pgu/storage/prj/prj_02/prj_02_13.pdf (in Rus.).
- [3] Loginov V.H. Conceptual bases of development of natural resource areas of North and assessment of their socio-economic potential: dissertation author's abstract dr. econ. sciences. Yekaterinburg, 2009. 39 p. (in Rus.).
- [4] Liubitseva O. Market for tourist services (geospatial aspects). K.: AlterPres, 2002. 436 p. (in Ukr.).
- [5] Maister A. Recreational development of Volyn region territory // Scientific herald of the Lesia Ukrainka Eastern European National University. Series: Geographical Sciences. 2017. N 9(358). P. 52-58 (in Ukr.).
- [6] Nikolaenko D. V. Recreational geography: teach. manual. M.: Human. publish. center «VLADOS», 2001. 288 p. (in Rus.).
- [7] Prisiazhnii M.Yu. Priorities of development of Republic Sakha (Yakutia) territory in the present conditions of positioning regions of North: dissertation author's abstract dr. of geographical sciences. St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2014. 47 p. (in Rus.).
- [8] Romanov M.T. Territorial organization of economy of poorly developed regions (on example of Russian Far East): dissertation author's abstract dr. of geographical sciences. Vladivostok: Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 2007. 50 p. (in Rus.).
- [9] Smal I. Tourism as a form of economic development of depressed regions [Electronic resource]. Access mode: <http://tourlib.net/stattiukr/smal3.htm> (in Ukr.).
- [10] Statistical collection «Regions of Ukraine» 2017. Part 1 / For ed. I. E. Werner. K.: State. service stat. Ukraine, 2017. 316 p. (in Ukr.).
- [11] Topchiiev O.H. Social-geographical research: methodology, methods: teach. manual. Odessa: Astroprint, 2005. 632 p. (in Ukr.).

A. A. Майстер

Г.ғ.к., туризм кафедрасының аға оқытушысы
(«Украина» Университетінің адам даму Луцк институты, Луцк, Украина)

УКРАИНА АУМАҒЫНЫҢ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА ИГЕРІЛГЕНДІЛІГІ

Аннотация. Украина аумағының рекреациялық тұрғыда игерілудегі геокеңістіктік ерекшеліктері қарастырылған. «Аумақтарды рекреациялық тұрғыда игеру» және «аумақтардың рекреациялық тұрғыда игерілгендігі» деген маңызды түсініктер анықталды. Елдегі туристік қызметтерінің негізгі көрсеткіштеріне талдау жасалды. Ел аймақтарындағы туристік қызметтерінің негізгі көрсеткіштерін жүзеге асыруға талдау жасалды. Украина аймақтары аумағының рекреациялық тұрғыда игерілудегі интегралды индексі деңгейін есептелінген. аумақтардың рекреациялық тұрғыда игерілудегі интегралды индексі деңгейінің көлемі бойынша ел аумақтарын топтастыру жүргізілді. Украина аумағының рекреациялық тұрғыда игерілудегі деңгейінің геокеңістіктік бөлшектену ерекшеліктеріне талдау жасалды.

Түйін сөздер: аумақтар, рекреациялық игерілгенділігі, аумақтардың игерілген деңгейі, туристік қызмет, аймақ, Украина.

A. A. Maister

Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Tourism
(Lutsk Institute of Human Development University of «Ukraine», Lutsk, Ukraine)

RECREATIONAL DEVELOPMENT OF UKRAINE TERRITORY

Abstract. The article deals with the geospatial features of recreational development of Ukraine territory. The concepts «recreational development of territory» and «recreational development level of territory» have been determined. The analysis of main indicators of tourist activity in the country has been made. The integral index of recreational development level of region of the country has been calculated. Grouping of region according to the quantity integral index of recreational development level of territory has been made. The features of geospatial differentiation of recreational development level of Ukraine territory have been analyzed.

Keywords: territory, recreational development, development level of territory, tourist activity, region, Ukraine.

К. Б. Егембердиева¹, Ю. А. Юшина², К. С. Оразбекова¹

¹К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории географии туризма и рекреации
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

²Младший научный сотрудник лаборатории географии туризма и рекреации
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТУРИСТСКИХ МАРШРУТОВ ПО ВИДАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА (НА ПРИМЕРЕ МАНГЫСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ)

Аннотация. Представлены разработанные туристские маршруты для развития экологического туризма в Мангыстауской области. Туристские маршруты составлены на основе материалов полевых исследований за 2016–2017 гг. с применением методов геоинформационного картографирования.

Ключевые слова: Мангыстауская область, туристский маршрут, экологический туризм.

Введение. Мангыстауская область обладает уникальными природными объектами, которые постоянно испытывают негативное воздействие нефтегазового комплекса. В связи с этим для жизнедеятельности области рекомендуется применять только рациональные виды природопользования, одним из которых является экологический туризм. При развитии экологического туризма создаются условия для сбалансированного сохранения окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, повышается уровень социальной ответственности бизнеса за природоохранное содержание экономической деятельности [1, 2]. В области развиваются несколько стержневых видов экологического туризма: научно-познавательный, приключенческий и путешествия в особо охраняемые природные территории. Наряду с этими видами в Мангыстауской области очень развит религиозный туризм.

Постановка проблемы. Для развития функциональной сети туристских маршрутов в Мангыстауской области необходимо обозначить главные туристские направления. Создание функционирующей системы маршрутов непосредственно зависит от основных линий, которые в зависимости от туристских интересов и располагаемого времени могут комбинироваться и варьировать, т.е. возможны различные вариации линий от простых экскурсий по памятникам природы до многодневных приключенческих и научно-познавательных туров.

Туристские маршруты, охватывающие главные объекты туристского интереса, в первую очередь являются компонентом интегрированной сети. У каждой сети есть свои ключевые центры. Несомненно, г. Актау является основным функциональным узлом, куда прибывает большинство туристов. Поэтому одним из первых шагов к реализации маркетинговой стратегии в Мангыстауской области должно быть наличие информационного центра в международном аэропорту г. Актау, способного предоставить полную информацию по разработанным маршрутам и актуальную информацию относительно безопасности передвижения по выбранному маршруту.

В свою очередь, для сторонников самостоятельного туризма, прибывающих из России и Казахстана по трассе через г. Атырау – г. Кульсары – с. Бейнеу, для обеспечения экологически безопасного природопользования требуется наличие информационного пункта на пути к туристским объектам около с. Бейнеу. Соответственно по мере роста туристских потоков необходима организация полнфункциональной туристской инфраструктуры в таких населенных пунктах, как г. Жанаозен, села Шетпе и Таушык.

Методика исследований. Туристские маршруты по видам экологического туризма Мангыстауской области были разработаны согласно правилам создания экскурсионных троп и маршрутов для проведения регулируемого экологического туризма в государственных природных заповедниках на специально выделенных участках, не включающих особо ценные экологические системы и объекты [3].

Разработка туристских маршрутов по основным направлениям экологического туризма включила несколько этапов:

1. Определение вида туристского маршрута.

2. Описание объектов осмотра. При разработке проекта паспорта маршрута и определении объектов показа использованы материалы научных исследований, летописи природы ООПТ и другие, подготовлена программа осмотра объектов (экскурсии).

3. Проектирование маршрута и нанесение его на картографическую основу. При проектировании и создании маршрута учитывались исключение факторов беспокойства животных и риск повреждения или уничтожения растений; особенности рельефа, локальные препятствия и протяженность маршрута; климатические особенности местности, которые определяют продолжительность затрат времени на прохождение маршрута и потребность в дополнительном снаряжении.

4. Предложение возможных мест для стоянок, смотровых (обзорных) площадок, пунктов фотографирования. Создание маршрута осуществлено в совокупности с устройством смотровых площадок, пунктов фотографирования с учетом норм рекреационных нагрузок. Например: площадки для наблюдения за животными предлагаются располагать в таких местах, чтобы не нарушать их покоя; стоянки при прохождении по маршруту рекомендуется располагать на расстоянии из расчета 2–3 ч; стоянки обеспечиваются строениями малых форм (беседки, лавки, мусорные баки и т.п.) и средствами первой медицинской помощи; строения и предметы оборудования маршрутов устанавливаются гармонично с окружающей местностью; на протяжении всего маршрута участки, требующие особого внимания, соблюдения отдельных требований режима, отграничиваются и обозначаются табличками, указателями и аншлагами; на сложных участках маршрутов предусматриваются запасные варианты их обхода.

5. Определение потребности в инструкторах по туризму, другом обслуживающем персонале и организации их подготовки.

6. Подготовка информационного материала с описанием тропы.

Источники. В работе использованы данные, собранные в ходе полевых исследований, при разработке паспортов уникальных природных объектов Мангыстауской области за 2016–2017 гг.

Результаты. Программы разработанных маршрутов по основным направлениям экологического туризма с картографическими схемами.

Маршрут № 1: Тупкараган. Маршрут предназначен для любителей природы и приключений.

Продолжительность: 494 км, 4 дня.

Классификация маршрута: по назначению – приключенческий; по виду перемещения – комбинированный (автомобильный и пеший); по времени действия – сезонный; по форме организации – индивидуальный.

Сроки функционирования маршрута: март – ноябрь (комфортные месяцы март–апрель, октябрь).

Лимит экскурсионных групп в неделю или в месяц (рекреационная нагрузка): 2 раза в месяц группа из 4–6 человек.

Возможность прохождения маршрута без экскурсовода: на маршруте необходимо сопровождение группы подготовленным гидом, машины должны быть хорошей проходимости (внедорожник).

Одежда и снаряжение: при организации предлагаемого маршрута необходимо обеспечить рекреантов основным инвентарем и снаряжением: спальные мешки, карматы, палатки, полевая кухня, питьевая вода. Туристы должны иметь при себе средства защиты от солнца (головной убор, очки и крем).

Особые правила поведения при посещении объектов маршрута: не сходить с тропы, по которой передвигается группа, и не отделяться от группы. Не подходить к краю обрыва (ущелье Султан Епе, мыс Жыгылган). На маршруте под камнями урочища Торыш, мыс Жыгылган, вдоль прибрежной зоны Голубой бухты, у воды в урочище Тамшылы могут встречаться змеи. Соблюдать все меры предосторожности от укусов клещей, скорпионов и каракуртов. По линии маршрута запрещаются сбор зоологических, ботанических, минералогических коллекций, являющихся предметом охраны либо занесенных в Красную книгу природы; вандализм, граффити.

Меры безопасности: в группе должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов. При покупке продуктов питания, медикаментов проверять срок их хранения. При несчастном случае, признаках заболевания, укусах участник обязан немедленно сообщить об этом руководителю.

Программа (таблица 1):

Таблица 1 – Программа туристских маршрутов «Тупкараган»

День	Описание	Протяженность, км
1	Выезд из г. Актау, прибытие в ур. Торыш. Фотографирование шаровидных конкреций	116
	Переезд ур. Торыш – ур. Усак. Прогулка. Обед в полевых условиях	25
	Переезд ур. Усак – г. Болектау. Пеший подъем к пещере в горе. Обзор пещеры	13
	Переезд г. Болектау – ур. Каракабак. Установка палаточного лагеря. Ужин. Ночлег	11
2	Подъем, завтрак, сборы. Переезд ур. Каракабак – ущ. Кумак апа	16
	Переезд до ущ. Капамсай. Обед. Осмотр мелового ущ. Капамсай. Переезд бродов	33
	Переезд ущ. Капамсай – ущ. Султан Еле. Посещение подземной мечети. Прогулка по урочищу. Ужин. Ночевка в гостевом доме	23
3	Завтрак. Переезд ущ. Султан Еле – м. Жыгылган. Посещение мощного карстового провала, напоминающего римские руины	33
	Переезд м. Жыгылган – ущ. Тамшылы. Обед в полевых условиях. Экскурсия по ущ. Тамшылы	35
	Переезд ущ. Тамшылы – г. Форт-Шевченко. Ужин. Ночлег в гостинице	35
4	Завтрак. Посещение музейного комплекса им. Тараса Шевченко. Переезд г. Форт-Шевченко – Голубая бухта. Обед. Отдых на море, рыбная ловля, наблюдение за пресмыкающимися	79
	Возвращение в г. Актау	75



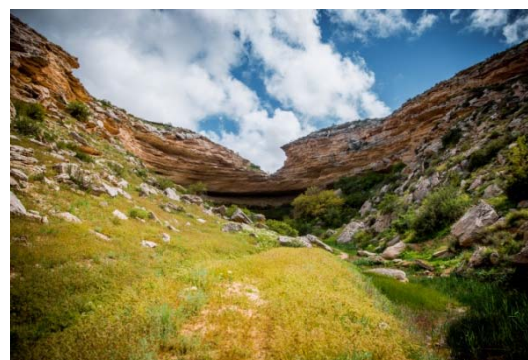
Урочище Торыш



Ущелье Капамсай



Ущелье Султан Еле



Ущелье Тамшылы

Карта маршрута показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Карта туристского маршрута «Тупкараган»

Маршрут № 2: путешествие по Устирту. Здесь открываются живописные панорамы с чинков Устирта, которые насыщены геологическими, палеонтологическими и зоологическими объектами туристского интереса.

Продолжительность: 613 км, 4 дня.

Классификация маршрута: по назначению – научно-познавательный и путешествие по особо охраняемой природной территории (ООПТ); по виду перемещения – комбинированный (автомобильный и пеший); по времени действия – сезонный; по форме организации – индивидуальный.

Сроки функционирования маршрута: февраль–ноябрь (комфортные месяцы март, октябрь).

Лимит экскурсионных групп в неделю или в месяц (рекреационная нагрузка): 2 раза в месяц группа из 4–6 человек. Ограничить проведение туров в период окота.

Возможность прохождения маршрута без экскурсовода: на маршруте необходимо сопровождение группы сотрудником ООПТ.

Одежда и снаряжение: при организации предлагаемого маршрута необходимо обеспечить рекреантов основным инвентарем и снаряжением: спальные мешки, карматы, палатки, полевая кухня, питьевая вода. Туристы должны иметь при себе средства защиты от солнца (головной убор, очки и крем).

Особые правила поведения при посещении объектов маршрута: не сворачивать с пути, по которому передвигается группа, и не отделяться от группы. Соблюдать меры предосторожности. На маршруте могут встречаться змеи (пещера Баскараган). Соблюдать все меры предосторожности от укусов клещей, скорпионов и каракуртов. По линии маршрута запрещаются сбор зоологических, ботанических, минералогических коллекций, являющихся предметом охраны либо занесенных в Красную книгу природы, вандализм, граффити.

Меры безопасности: в группе должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов. При покупке продуктов питания, медикаментов проверять срок их хранения. Не употреблять сырую воду. При несчастном случае, признаках заболевания, укусах участник обязан немедленно сообщить об этом руководителю.

Программа представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Программа туристских маршрутов «Путешествие по Устирту»

День	Описание	Протяженность, км
1	Выезд из г. Жанаозена до г. Бокты. Фотосъемка г. Бокты	90
	Переезд до останцовых гор. Бозжыра (г. Юрта). Изучение белемнитов, гипса	25
	Переезд г. Юрта – г. Бозжыра. Фотосъемка. Обед	24
	Переезд до кордона Мамекказган. Ужин. Ночевка на кордоне Мамекказган	89
2	Завтрак. Переезд до пещ. Баскараган. Изучение пещеры	20
	Переезд пещ. Баскараган – красные ущ. Кокосем. Обед	22
	Поход к красным каньонам вблизи ущ. Кокосем	5
	Переезд ущ. Кокосем – ур. Бас Кендирили (солончак Кендирилисор). Обзор панорамы	35
	Переезд ур. Бас Кендирили – кордон Кендирили. Ужин. Ночлег на кордоне Кендирили	14
3	Подъем, завтрак. Переезд до Онере торткулдери (панорама). Фотосъемка. Обед	63
	Переезд от панорамы на Онере торткулдери до кордона. Ужин. Ночлег на кордоне	31
4	Возвращение в г. Жанаозен	195



Гора Бокты



Гора Бозжыра



Пещера Баскараган



Онере торткулдери

Карта маршрута показана на рисунке 2.

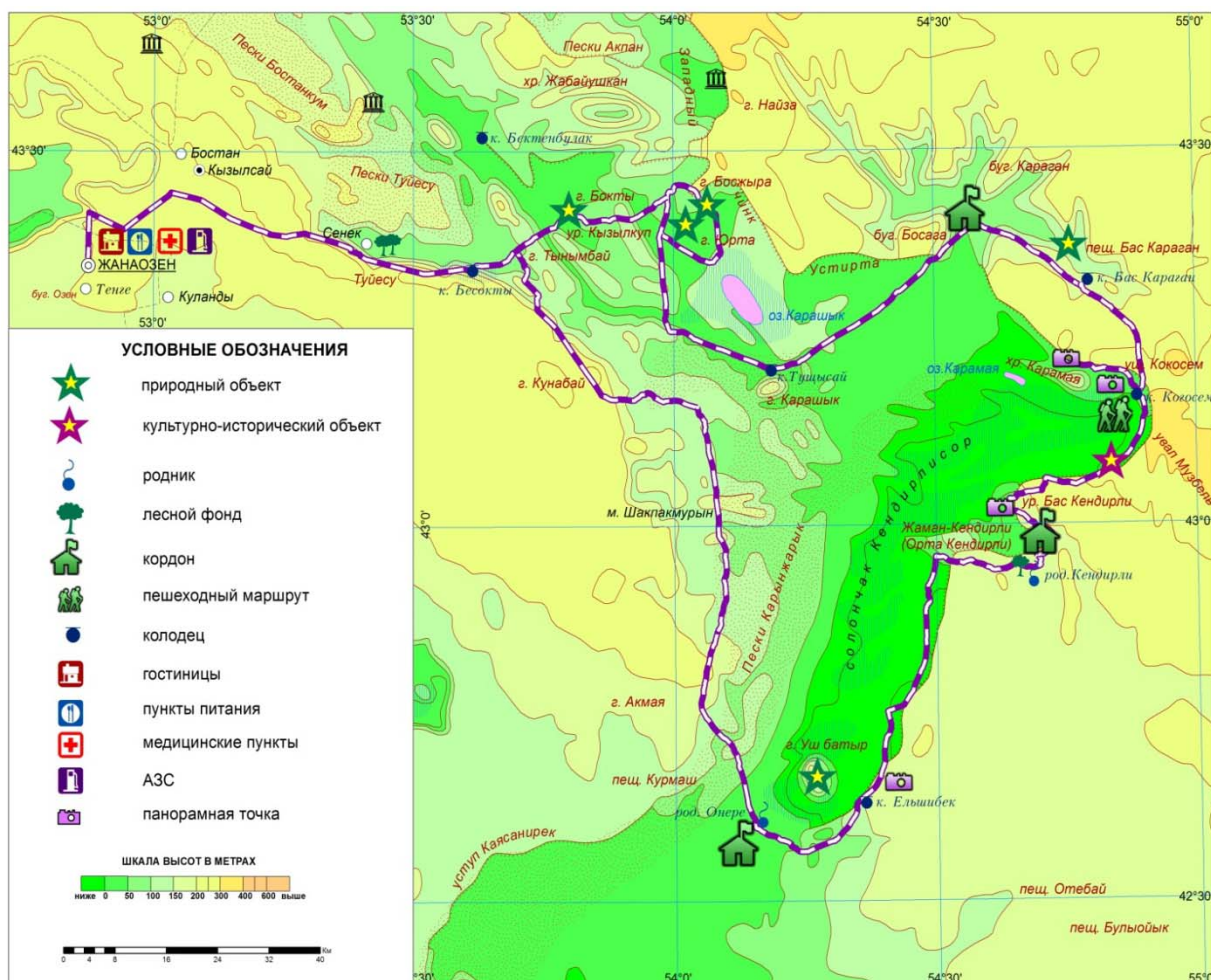


Рисунок 2 – Карта туристского маршрута «Путешествие по Устырту»

Маршрут № 3: История четырех впадин. Впадина представляет собой очень интересный и своеобразный тип ландшафта. В данном туре можно узнать все о формировании четырех впадин и понаблюдать за фламинго на берегу Каспийского моря.

Продолжительность: 711 км, 4 дня.

Классификация маршрута: по назначению – научно-познавательный; по виду перемещения – комбинированный (автомобильный и пеший); по времени действия – сезонный; по форме организации – индивидуальный.

Сроки функционирования маршрута: март–ноябрь (комфортные месяцы март, октябрь).

Лимит экскурсионных групп в неделю или в месяц (рекреационная нагрузка): для обычной экскурсионной группы, осматривающей достопримечательности, оптимальным считается 8–10 человек один раз в неделю. Либо 3–4 человека 2 раза в неделю для наблюдения за птицами или другими дикими животными в естественной среде обитания.

Возможность прохождения маршрута без экскурсовода: необходимо участие экскурсовода.

Одежда и снаряжение: при организации предлагаемого маршрута необходимо обеспечить рекреантов полевой кухней и достаточным количеством питьевой воды для группы. Туристы должны иметь при себе средства защиты от солнца (головной убор, очки и крем).

При корректировке маршрута продолжительностью до трех дней следует обеспечить рекреантов следующим снаряжением: спальные мешки, карематы, палатки.

Особые правила поведения при посещении объектов маршрута: не сходить с тропы, по которой передвигается группа, и не отделяться от группы. Не подходить к краю обрыва на панорамных точках. Под камнями могут встречаться змеи. Соблюдать все меры предосторожности от укусов клещей, скорпионов и каракуртов.

Меры безопасности: в группе должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов. При покупке продуктов питания, медикаментов проверять срок их хранения. При несчастном случае, признаках заболевания, укусах участник обязан немедленно сообщить об этом руководителю.

Программа представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Программа туристского маршрута «История четырех впадин»

День	Описание	Протяженность, км
1	Посещение пещеры в г. Актау. Переезд до впад. Каракия, сор Батыр. Обзор впадины с панорамной точки. Обед	91
	Переезд впад. Каракия – г. Жанаозен. Ужин. Ночлег в гостинице	128
2	Выезд из г. Жанаозена до м. Токмак. Отдых на море. Обед в полевых условиях	97
	Переезд м. Токмак – побережье Кендирли. Ужин. Ночлег в гостевом доме Темир баба	69
3	Завтрак. Наблюдение за фламинго. Переезд от побережья Кендирли к панорамной точке с видом на косу Кендирли	11
	Переезд до впад. Кауынды. Фотографирование впадины. Обед в полевых условиях	44
	Переезд впад. Кауынды – впад. Жазыгурлы и впад. Басыгурлы	39
	Переезд до г. Жанаозена. Ужин. Ночлег в гостинице	87
4	Завтрак. Возвращение в г. Актау	145



Впадина Каракия



Впадина Кауынды



Впадина Жазыгурлы



Впадина Басыгурлы

Карта маршрута показана на рисунке 3.



Рисунок 3 – Карта туристского маршрута «История четырех впадин»

Маршрут № 4: святилища Мангыстау. Паломнический тур предусматривает посещение таких достопримечательностей, как мечети Шакпак ата, Султан Епе, Шопан ата и Бекет ата. Знакомит с жизнедеятельностью проповедников, святых, религиозными обрядами и традициями.

Продолжительность: 895 км, 6 дней.

Классификация маршрута: по назначению – паломнический; по виду перемещения – автомобильный; по времени действия – сезонный; по форме организации – индивидуальный, групповой.

Сроки функционирования маршрута: март–ноябрь (комфортные месяцы март, октябрь).

Лимит экскурсионных групп в неделю или в месяц (рекреационная нагрузка): 1 раз в неделю 8–10 человек.

Возможность прохождения маршрута без экскурсовода: возможно прохождение маршрута самостоятельно.

Одежда и снаряжение: необходима одежда, соответствующая религиозным канонам, головной убор.

Особые правила поведения при посещении объектов маршрута: запрещается производить антирелигиозные действия, вандализм, граффити. Необходимо следовать всем проводимым ритуалам. Соблюдать все меры предосторожности от укусов клещей, скорпионов и каракуртов.

Меры безопасности: в группе должна быть медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов. При покупке продуктов питания, медикаментов проверять срок их хранения. При

несчастном случае, признаках заболевания, укусах участник обязан немедленно принять необходимые меры.

Программа представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Программа туристских маршрутов «Святыница Мангыстау»

День	Описание	Протяженность, км
1	Выезд из г. Актау до некрополя Ханга баба	128
	Переезд некрополь Ханга баба – некрополь Уштам	37
	Переезд до подземной мечети Султан Епе. Обед. Прогулка к мечети. Ужин. Ночевка в гостевом доме	11
2	Завтрак. Переезд подземная мечеть Султан Епе – наскальная мечеть Шакпак ата. С остановкой возле некрополя Кенты баба. Обед. Экскурсия к наскальной мечети Шакпак ата. Ужин. Ночевка в современной мечети	45
3	Завтрак. Переезд до г. Отпан. Обед. Экскурсия по историко-культурному комплексу Отпан	81
3	Переезд г. Отпан – г. Жанаозен. Ужин. Ночевка в отеле	169
4	Завтрак. Переезд г. Жанаозен – наскальная мечеть Шопан ата. Экскурсия к наскальной мечети Шопан ата. Ужин. Ночевка в гостевом доме Шопан ата	66
5	Завтрак. Переезд до наскальной мечети Бекет ата. Обед. Экскурсия к наскальной мечети Бекет ата. Ужин. Ночевка	73
6	Возвращение в г. Актау	285

Карта маршрута показана на рисунке 4.

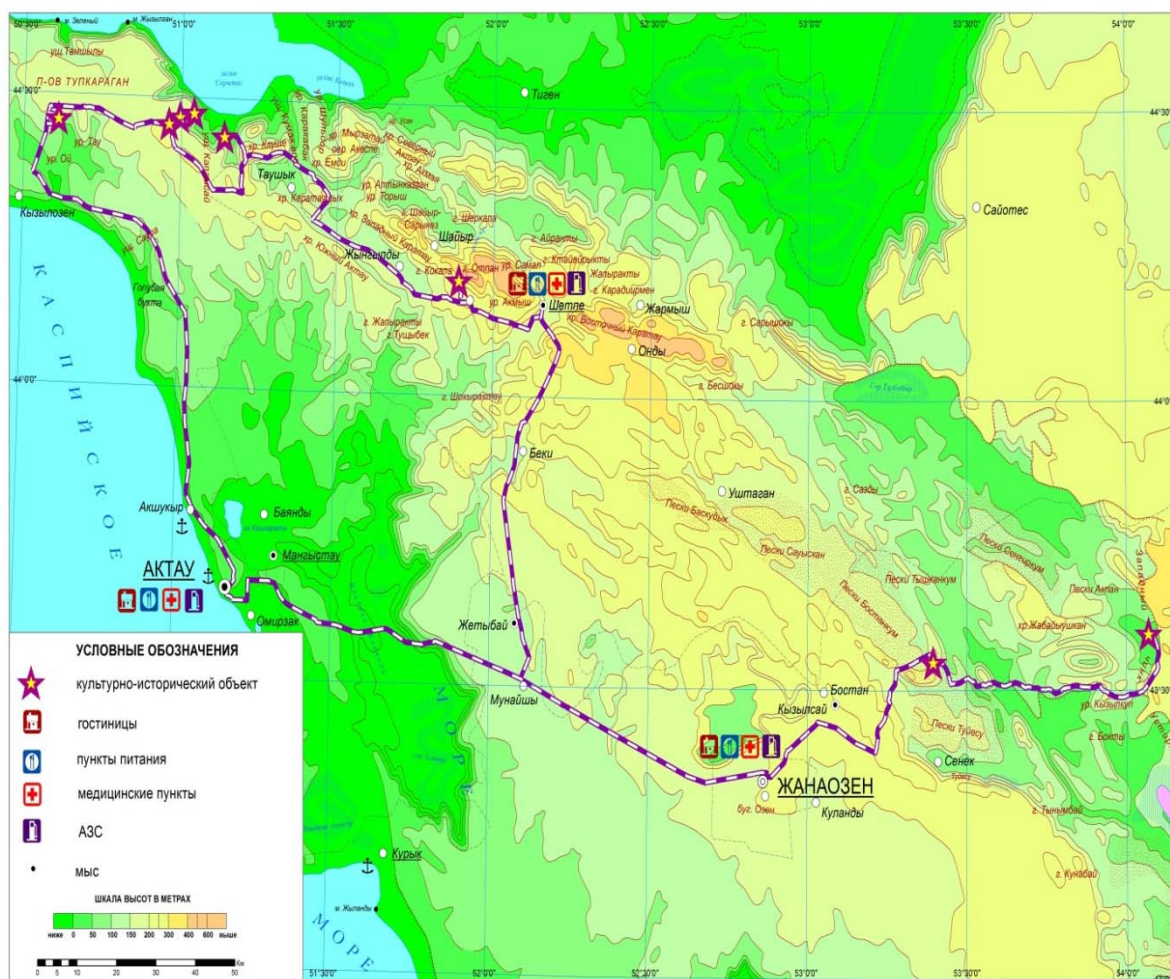


Рисунок 4 – Карта туристского маршрута «Святыница Мангыстау»



Некрополь Ханга баба



Наскальная мечеть Шакпак ата

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гагарина Н.Б. Приоритетность развития экологического туризма в республике Беларусь // Материалы конференции «I Евразийский конгресс зеленых инноваций: «iFOREST» GIF Green Innovation: iForest». – Воронеж, 2015. С. 7-9, 14.
- [2] Терешина М.В. Формирование механизма устойчивого развития региона: экономические и институциональные условия: Дис. – М.: Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова, 2009. – 333 с.
- [3] Приказ «Об утверждении Правил создания экскурсионных троп и маршрутов для проведения регулируемого экологического туризма в государственных природных заповедниках на специально выделенных участках, не включающих особо ценные экологические системы и объекты». Утв. и.о. министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 1 сентября 2010 года, № 559. [Электронный ресурс]. URL: http://adilet.zan.kz/kaz/docs/V100006509_/compare/rus (Дата доступа: 24.06.2017)].

REFERENCES

- [1] Gagarina N.B. Priority of development of ecological tourism in the Republic of Belarus // Materials of the conference "I Eurasian Congress of Green Innovations: "iFOREST" GIF Green Innovation: iForest". Voronezh, 2015. P. 7-9, 14 (in Rus.).
- [2] Tereshina M.V. Formation of the mechanism of sustainable development of the region: economic and institutional conditions: Dis. M.: Russian Academy of Economics named after G. V. Plekhanov, 2009. 333 p. (in Rus.).
- [3] The order "On the affirmation of the Rules for the creation of tour nature trails and routes for the conduct of regulated ecological tourism in state nature reserves on specially designated sites that do not include particularly valuable ecological systems and facilities" affirm. By Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated September 1, 2010, N 559 [Electronic resource]. URL: http://adilet.zan.kz/kaz/docs/V100006509_/compare/rus (Date of receipt: 24.06.2017)] (in Rus.).

К. Б. Егембердиева¹, Ю. А. Юшина², К. С. Оразбекова¹

¹Г.ғ.к., туризм және рекреация географиясының аға ғылыми қызметкері
(География институты, Алматы, Қазақстан)

²Туризм және рекреация географиясының кіші ғылыми қызметкері
(География институты, Алматы, Қазақстан)

ТУРИСТІК МАРШРУТТАРДЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТУРИЗМНІҢ ТҮРЛЕРІ БОЙЫНША ҚҰРАСТЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ КЕЗЕҢДЕРІ (МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА)

Аннотация. Мақалада Маңғыстау облысында экологиялық туризмді дамыту үшін құрастырылған туристік маршруттар ұсынылған. Туристік маршруттар 2016–2017 жж. жүргізілген далалық зерттеулер негізінде, геоақпараттық картографиялау әдістерін қолдана отырып құрастырылған.

Түйін сөздер: Маңғыстау облысы, туристік маршрут, экологиялық туризм.

K. B. Yegemberdiyeva¹, Yu. A. Yushina², K. S. Orazbekova¹

¹Candidate of Geographical Sciences, Senior Resercher of the Laboratory of Geography of Tourism and Recreation (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

²Research assistant of the Laboratory of Geography of Tourism and Recreation (Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

MAIN STAGES OF TOURIST ROUTES DEVELOPMENT FOR DIFFERENT TYPES OF ENVIRONMENTAL TOURISM (ON THE EXAMPLE OF THE MANGYSTAU REGION)

Abstract. The article presents several tourist routes for the development of ecotourism in Mangistau region. Tourist routes are compiled on the basis of field research materials collected during 2016–2017 years with using of geoinformation mapping methods.

Keywords: Mangystau region, route, ecotourism.

УДК 913.1/913.8

Н. А. Ниёзов

Соискатель кафедры методики обучения географии и туризма
(Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни, Душанбе, Таджикистан)

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ САРЕЗСКОГО ОЗЕРА

Аннотация. На основе материалов периодической печати, а также работ русско-советских и таджикских исследователей рассматривается история возникновения и исследования Сарезского озера.

Ключевые слова: Памир, Сарез, Усой, Бартанг, озеро, завал, станция, исследование, река, погода.

Кишлак Сарез, затопленный водой, считался одним из самых больших и красивых кишлаков долины Бартанга. Жители кишлака занимались в основном выращиванием сельскохозяйственных культур и животноводством.

В восточной части кишлака располагалось ущелье Бозордара, через которое жители несли свою продукцию на рынки Мургаба и Ишкашима. Одним из богатств Сареза был лес, древесина широко использовалась для постройки домов и других объектов [4, с. 3].

В августе 1883 года русский путешественник Д. Иванов посетил кишлак Сарез со стороны Мургаба. В своих воспоминаниях он отмечал, что, когда приблизился к кишлаку Сарез, навстречу ему вышли человек 15 старцев, одетых во всё белое, и приняли его как очень высокого гостя с хлебом и солью, накрыли дастархан с изобилием лепёшек, сметаны.

Село Сарез находится на вершине, там были расположены дома жителей, у подножия находились хлева для содержания скота. В кишлаке Сарез имелось 30–40 хозяйств, дома которых были расположены близко друг к другу. Самым примечательным в кишлаке являлась кузница, в которой изготавливались гвозди, серпы, подковы и другие принадлежности. Кроме этого, в кишлаке существовала крепость, которая имела башни с двух сторон, а также «тупхону» – место для пушки – высотой 4 м. Крепость была ограждена высокой стеной, и путешественнику не разрешили войти внутрь.

Д. Иванов также писал, что в северной части кишлака Сарез находится красивая гора серого цвета. С этой горы течёт святой источник «Пири Сароб», по течению которого были построены несколько мельниц. Внизу источника, под большим деревом, был захоронен первый житель, который проживал в Сарезе, и это место тоже считается святым и местом паломничества [4, с. 3].

В кишлаке Сарез выращивалась пшеница, ячмень, репа и жители собирали обильный урожай, а лишнюю продукцию продавали киргизам. Из плодоносных деревьев были яблони и абрикосы.

С 1911 года сведения о Сарезском озере имеются и в фотографиях, но о кишлаке Сарез, кроме некоторых рассказов, никаких документальных сведений нет.

В июле 2013 года я со своими коллегами Бахтиёром Каюмовым и Рахмонбеком Холмамадовым посетил Сарезское озеро. В ходе посещения кишлака Савноб я встретился с мадам Штефан, которая занимается изучением древних обрядов жителей Бартанга. Она свободно говорит на рошорвском языке. И я попросил её помочь мне найти сведения из библиотеки города Гамбурга о немецком исследователе Шульце, который впервые в 1909–1911 годах посетил кишлак Сарез. Позднее она прислала мне копию книги О. Шульца и фотографию кишлака Сарез, снятого Шульцем в 1909 году.

В своей книге Шульц писал: « Мне удалось посетить Сарез два раза. В первый раз в ноябре 1909 года я побывал в кишлаке Сарез и фотографировал его общий вид. Во второй раз в декабре 1911 года вместо кишлака Сарез я увидел озеро Сарез, на дне которого были видны деревья, и сфотографировал его. Эта фотография свидетельствует о прекарном пейзаже утонувшего кишлака».

Прошло 105 лет со дня произошедшей Сарезской трагедии, но она до сих пор жива в памяти жителей кишлака. Сарез, который находится в долине Бартанг, был крупным кишлаком, в котором проживали приблизительно 250–300 человек. После того как кишлак был затоплен водой, жители переселились в долины рек Гунт, Мургаб и Бартанг, а на месте кишлака образовалось озеро Сарез. Более точно можно сказать, что в ночь с 5 на 6 февраля 1911 года примерно в 23 ч 15 мин произошло землетрясение силой 9 баллов с эпицентром 20 км южнее кишлака Сарез. Вследствие этого землетрясения с гор Музкул и Усой произошел отрыв горных пород, перекрывших реки Мургаб и Шадаун. Под завалами остался кишлак Усой, в котором находились 10–12 хозяйств с 57 жителями. Из этого количества в живых остались только трое – Карамшоев Натмит, Султонмамадов Карамхудо и Гургалиев Миршаеб, ушедшие за два дня до печальных событий в кишлак Сарез проведать родных и близких. Землетрясение не нанесло какого-либо серьезного ущерба кишлаку Сарез, частично было разрушено лишь 2–3 дома.

В 1912 году командующему пограничного туркестанского военного округа Памира капитану Шпилько Г. было дано поручение обследовать место Сарезского землетрясения, и он совместно с исследователями посетил место этой трагедии. С кишлака Барчидив их сопровождал Кабул Курбонбеков. На месте трагедии ими были проведены гидрологические и топографические исследования. В течение одной недели было установлено, что в 1912 году длина Сарезкого озера составила 28 км, ширина – 1,5 км, глубина – 279 м. По окончании работ капитан Г. Шпилько официально назначил Кабула Курбонбекова наблюдателем Сарезкого озера. Ему было поручено составление ежемесячных отчетов об уровне воды в Сарезком озере и доставка этих данных в Хорог. Кабул Курбонбеков, официально работавший наблюдателем Сарезкого озера с 1912 по 1925 год, добросовестно выполнял наблюдения, несмотря на погодные условия и суровость климата. С 1911 до 1914 года из Сарезкого озера не вытекала вода, но в апреле 1914 года из-под завалов появились 8–10 родников, воды которых образовали речку Сарез, а уровень воды в самом озере Сарез снизился на один метр. В 1914 году группа исследователей под руководством И. Преображенского и Д. Букинича прибыла на озеро Сарез и проводила гидрологические и топографические исследования. Они остались довольны работой Кабула Курбонбекова [1]. 8 марта 1915 года от имени генерал-губернатора Туркестана Кабул Курбонбеков был награжден почетным халатом и медалью третьей степени.

С 1915 по 1923 год Сарезкое озеро никто из представителей российских властей не посещал, однако дед Кабул каждый месяц своевременно доставлял отчеты в Хорог [5, с. 3]. Когда в 1917 году произошла Октябрьская революция, капитан Шпилько был вызван для прохождения службы в город Санкт-Петербург, а дед Кабул с 1917 до 1925 года продолжал выполнять свою работу уже на безвозмездной основе. В 1923 году группа исследователей во главе с Н. Корженевским и И. Райковым прибыли на озеро Сарез, где провели гидрологические исследования, а также изучали флору и фауну в окрестностях озера.

По истечении двух лет в 1925 году военный топограф капитан И. Колесников совместно с группой исследователей, пройдя по долине Бартанг, прибыл на озеро Сарез, где с кишлака Барчидив их сопровождал дед Кабул [5, с. 3]. Эта группа неделю проводила гидрологические и топографические исследования, а в конце работы капитан И. Колесников остался доволен работой деда Кабула и отметил, что государство не забудет его труд и оплатит ему выполненную работу [2, с. 43]. Дед Кабул, в свою очередь, сказал, что ему уже за 80 лет и доставлять отчет в Хорог становится все труднее, поэтому он предложил выполнение этой работы возложить на своего сына Ниёза, так как он сопровождал его с 1917 года и изучил, как следует выполнять наблюдения и составлять отчеты [5, с. 3]. Капитан И. Колесников выполнил просьбу деда Кабула и с 1925 года официально назначил Ниёза наблюдателем Сарезского озера.

В 1926 году профессор О. Ланге совместно с группой исследователей прибыл на озеро Сарез, где были проведены геологические и топографические исследования, установлены рейки, по которым можно было отмечать уровень воды в озере. Профессор О. Ланге наблюдал за работой деда Ниёза, и позднее отмечал в своих мемуарах, что, несмотря на то, что Ниёз Кабулов образования не имеет, он выполнил свою работу очень добросовестно [3, с. 121].

В 1936 году в кишлаке Ирхт, который находится выше озера Сарез, была создана метеорологическая станция, которой руководил Н. Погребной. Среди ее работников одним из первых в

штат был зачислен Ниёз. До 1950 года Ниёз работал наблюдателем Сарезкого озера. А с 1948 года уже сын Ниёза – Аёз был принят на работу в качестве ученика связиста на метеостанции. С 1950 по 1959 год Аёз продолжил работу отца в качестве наблюдателя за уровнем воды в Сарезском озере. В 1960 году он перешел на другую работу, но в 1977 году вернулся на своё прежнее место в качестве наблюдателя, где проработал до 1986 года.

С 2012 года сын Аёза – Холикназар Ниёзов, который работает в комитете по чрезвычайным ситуациям, является продолжателем дела своих отца Аёза и дедов Ниёза и Кабула. Несмотря на то, что прошло сто лет со времени, когда генерал-губернатор Туркестана наградил деда Кабула почетным халатом и медалью «Почетного труда», добрые имена деда Кабула, его сына Ниёза, внука Аёза и правнука Холикназара остаются в ряду исследователей Сарезского озера и в истории всего таджикского народа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Букиннич Д. Усойское землетрясение и его последствия // Русские ведомости. – СПб., 1913.
- [2] Колесников В.С. Краткое описание посещения Сарезского озера в 1925 г. // Известия Среднеазиатского географического общества. – Ташкент, 1929.
- [3] Ланге О.К. Современное состояние Усойского завала. – Ташкент, 1929.
- [4] Ниёзов Н. Деъаи Сарез – кўли Сарез // Ўзумбурият. – 2015. – № 91.
- [5] Ниёзов Н. Боби Кабул аввалин нозири кўли Сарез // Ўзумбурият. – 2014. – № 42.

REFERENCES

- [1] Bukinich D. Usoi earthquake and consequences // Russian news. St-Petersburg, 1913 (in Rus.).
- [2] Kolesnikov V.S. Short description of visit of Sarezskoye lake in 1925 // News of Central Asian Geographical society. Tashkent, 1929 (in Rus.).
- [3] Lange O.K. Modern condition of Usoi rockslide. Tashkent, 1929 (in Rus.).
- [4] Niyozov N. Sares village – lake Sarez // Republic. 2015. N 91.
- [5] Niyozov N. Chief Kabul – the first observer of lake Sarez // Republic. 2014. N 42.

Н. А. Ниёзов

География және туризмді оқыту әдістемесі кафедрасының ізденушісі
(С. Аини атындағы Тәжік мемлекеттік педагогикалық университеті, Душанбе, Тәжікстан)

САРЕЗ КӨЛІНІҢ ПАЙДА БОЛУ ТАРИХЫ

Аннотация. В статье на основе материала периодической печати, а также работ русско-советских и таджикских исследователей рассматривается история возникновения и исследования Мақалада мерзімдік ба-
сылым материалдары негізінде, сондай-ақ орыс-кеңестік және тәжік зерттеушілерінің Сарез көлін зерттеу-
лері мен пайда болу тарихы қарастырылған.

Түйін сөздер: Памир, Сарез, Усой, Бартанг, көл, үйінді, станция, зерттеу, өзен, ауа-райы.

N. A. Niyozov

Applicant of Department technique training of geography and tourism
(Tajik State Pedagogical university named after Sadriddin Aini, Dushanbe, Tajikistan)

HISTORY OF GENESIS OF THE SAREZ LAKE

Abstract. In article on the basis of periodicals materials, and also works of the Russian-Soviet and Tajik researchers the history of genesis of Sarez of the lake is considered.

Keywords: Pamir, Sarez, Bartang, lakes, blockage, station.

Хроника

В. В. Жданов

К.т.н., старший научный сотрудник лаборатории природных опасностей
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

ОПЫТ УЧАСТИЯ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛАВИННОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НА ГОРНОЛЫЖНОЙ БАЗЕ «ЖЫРГАЛАН» (ИССЫК-КУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, КЫРГЫЗСТАН)

2–9 декабря в Эко-Центре Алаколь-Жыргалан (поселок Жыргалан, окрестности г. Каракола) прошла региональная лавинная конференция (рисунок 1). Горнолыжные базы в районе Каракола являются излюбленным местом отдыха спортсменов-экстремалов из стран СНГ.



Рисунок 1 – Общее фото участников конференции в заключительный день

Цели и задачи конференции лавинщиков. Основной целью конференции является обмен опытом и знаниями между лавинщиками из различных стран и представителями туристического и горнолыжного бизнеса. Знания о лавинах необходимы для повышения квалификации профессиональных горных гидов и обеспечения безопасности туристов и горнолыжников.

Организационный комитет. Мероприятие организовано Ассоциацией горных гидов Кыргызстана (КМГА) в лице технического директора П. Ю. Воробьева. Ассоциация является полноправным членом Международной ассоциации горных гидов и выдает дипломы об обучении международного образца [1].

Участники. *Лекторы* – представители снеголавинных подразделений горнолыжных курортов в олимпийской деревне «Красная Поляна», Российская Федерация. От Казахстана выступал представитель Института географии В. В. Жданов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Доклад В. В. Жданова «Несчастные случаи, связанные с лавинами в Казахстане»

Слушатели – выпускники школы горных гидов Кыргызстана, представители горнолыжных баз города Каракола, также известные спортсмены и блоггеры.

Регламент. Региональная конференция проходила в течение недели. Были представлены доклады, посвященные лавинной безопасности. Основные темы – оценка и прогноз лавинной опасности, разбор несчастных случаев, наблюдения за погодой и лавинами, профилактические спуски лавин. По теме обучения также были представлены практические занятия, посвященные определению структуры и устойчивости снежного покрова. Занятия проводили представители снеголавинных служб олимпийской деревни «Красная Поляна» (Россия).

Темы, обсуждаемые на конференции:

Анализ несчастных случаев в лавинах, произошедших в различных странах мира. Это очень важно для выработки методов защиты от лавин. Во всем мире и в Казахстане, в частности, несчастные случаи в лавинах делятся на две большие группы. В одной группе находятся несчастные случаи, произошедшие с людьми, которые попадают в спровоцированные лавины, во второй – сход самопроизвольных лавин, наносящих ущерб хозяйственным объектам. В последние годы наблюдается увеличение гибели любителей экстремальных видов спорта, а ущерб от катастрофических лавин уменьшается. Это означает, что в Казахстане для развития туризма необходимо уделять внимание именно профилактике несчастных случаев среди любителей экстремального спорта.

Курсы лавинной безопасности пользуются большой популярностью среди любителей экстремальных видов спорта во всем мире. Это всевозможные курсы повышения квалификации для горных гидов и школы лавинной безопасности. В соседней России лидером в этой области является сотрудник снеголавинной службы на курорте «Горная Карусель» Максим Панков. Его видеуроки и информационный сайт являются одними из самых популярных среди русскоязычных туристов и горнолыжников [2]. Этот опыт может быть полезен и в Казахстане.

Разница в методах определения устойчивости снега на склонах. В государственной снеголавинной службе стран СНГ применяются инструментальные методы наблюдений, разработанные в СССР. Также руководящие документы созданы на основе советских государственных стандартов. В последние годы в странах СНГ были организованы частные снеголавинные службы на туристических курортах.

тических и горнолыжных базах. Для частных снеголавинных служб эти методы не подходят. Они используют ручные методы определения устойчивости снега, рекомендованные руководствами Американской ассоциации лавинщиков [3]. Они не привязаны к стандартам Казгидромета и Росгидромета. Но в официальных снеголавинных службах эти методы не применяются. Для удобства работы необходимо ознакомление официальных лавинных служб с иностранными ручными методами, а также частных лавинщиков – с инструментальными методами государственной лавинной службы.

Информационно-профилактические мероприятия. Любой прогноз лавинной опасности лучше доходит до потребителя, если сопровождается информационными плакатами и интервью в средствах массовой информации. Однако формальное отношение к установке плакатов приводит к непониманию со стороны туристов. Если плакат «Лавиноопасно» стоит круглый год на автодороге в километре от опасного участка, то люди его не воспринимают и не читают. Серия плакатов и рекомендаций, разработанная Институтом географии для Казселезащиты и КЧС, вызвала интерес и у представителей горнолыжных курортов в Кыргызстане.

Взаимодействие государственной снеголавинной службы и частных заказчиков. Нередко частные организации бывают не довольны качеством снеголавинных прогнозов и частым перекрытием дорог спасательными службами, из-за чего они несут финансовые потери. Но государственная прогностическая служба действует строго в рамках бюджета и выдает шторм-предупреждения общего пользования для большой территории. Меры по предотвращению ЧС часто принимаются на основании фоновых снеголавинных прогнозов, которые не оправдываются по локальной территории. В России вопрос взаимодействия организаций решается путем лицензирования частных снеголавинных и метеорологических станций. Если частные организации не довольны качеством бесплатного фонового прогноза, то могут получить лицензию и сами составлять прогнозы схода лавин и проводить профилактические спуски. В Казахстане и Кыргызстане такой практики нет. Договора взаимодействия прописываются в официальных аварийных планах предприятия. В странах дальнего зарубежья взаимодействие противолавинных спасательных служб с частными землевладельцами оговаривается в договорах «Гражданской лавинной защиты **PIDA**». Четкое выполнение договоров по образцу «**PIDA**» позволит улучшить взаимодействие между официальной лавинной службой и заказчиками.

Выводы. На региональной лавинной конференции обсуждались важные вопросы развития снеголавинных частных и государственных служб. Также поднимался важный вопрос взаимодействия между научными, оперативными и частными организациями, заинтересованными в защите от снежных лавин.

По статистике большой процент жертв снежных лавин – это любители экстремальных видов спорта в горах (альпинисты, лыжники и туристы). Для защиты этой категории граждан очень важно проводить профилактические мероприятия. Штормовые предупреждения помогают мало, так как даются для очень больших территорий. Дополнительная информация об опасности лавин – это информационные щиты и плакаты. Кроме того, важны проведение школ лавинной безопасности и разработка учебно-методических материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] URL.<http://mguide.in.kg/>
- [2] URL.<http://snowavalanche.ru/>
- [3] Snow, weather, and avalanches: Observation Guidelines for Avalanche Programs in the United States. American Avalanche Association, 2016. 104 p.

REFERENCES

- [1] URL.<http://mguide.in.kg/>
- [2] URL.<http://snowavalanche.ru/>
- [3] Snow, weather, and avalanches: Observation Guidelines for Avalanche Programs in the United States. American Avalanche Association, 2016. 104 p.

В. В. Жданов

Т. ғ. к., табиғи апаттар зертханасының ғылыми қызметкері
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**ҚАТЫСУ ТӘЖІРИБЕСІ АЙМАҚТЫҚ КӨШКІН КОНФЕРЕНЦИЯНЫҢ
ТАУ ШАҢҒЫ БАЗАСЫНДА ЖЫРГАЛАН (ЫССЫК-КӨЛ ОБЛЫСЫ, ҚЫРҒЫЗСТАН)**

V. V. Zhdanov

PhD, Senior researcher of Laboratory of natural hazards
(Institute of geography, Almaty, Kazakhstan)

**EXPERIENCE OF PARTICIPATION IN THE REGIONAL AVALANCHE CONFERENCE
ON THE SKIING BASE ZHIRGALAN (ISSYK-KUL REGION, KYRGYZSTAN)**

Результаты исследований

**А. Р. Медеу¹, И. М. Мальковский², И. В. Северский³, Л. С. Толеубаева⁴,
Ж. Д. Достай², С. К. Алимкулов⁵, В. П. Благовещенский⁴, И. Б. Скоринцева⁴,
Ф. Ж. Акиянова², С. С. Байшоланов⁵, К. Б. Егембердиева⁵, Р. Ю. Токмагамбетова⁵**

¹Академик НАН РК, д.г.н., директор (Институт географии, Алматы, Казахстан)

²Д.г.н., проф. (Институт географии, Алматы, Казахстан)

³Академик НАН РК, д.г.н., главный научный сотрудник лаборатории гляциологии
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁴Д.г.н. (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁵К.г.н. (Институт географии, Алматы, Казахстан)

РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОМУ И ГРАНТОВОМУ ФИНАНСИРОВАНИЮ И ПРИКЛАДНЫХ РАБОТ ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ» ЗА 2017 ГОД

Природа нашей планеты в настоящее время испытывает колоссальный антропогенный прессинг в результате человеческой деятельности. Это привело к обострению и соответственно актуализации до невиданных масштабов проблемы взаимодействия природной среды и общества, являющейся основным предметом исследований географической науки. Весьма актуальным в настоящее время является обеспечение методической, аналитической и информационной поддержки государственных, региональных и местных программ и проектов природоохранной направленности. Решение указанных научных проблем находится в рамках фундаментальных и прикладных исследований территориальной организации системы «природа-общество», что составляет суть современной географии и геоэкологии.

В условиях независимости Казахстана исследования института получили новый импульс, так как географическая наука, как и во всем мире, оказалась востребованной. Это проблема изменения климата и продовольственная безопасность, недостаток пресной воды, деградация ледников, активизация природных опасностей (наводнения, сели, оползни, лавины и комплекс метеорологических рисков) и т.д.

Указанные направления исследований института относятся к разряду стратегических и объединены в четыре основных блока:

1. Оценка и прогноз ресурсов и режима поверхностных вод Республики Казахстан с учетом изменения климата и хозяйственной деятельности, разработка географических основ обеспечения водной безопасности Республики Казахстан как основы устойчивого развития.

2. Выявление закономерностей формирования и распределения опасных стихийных явлений, природных катастроф и экологически опасных изменений природной среды с оценкой их социально-экономических последствий.

3. Оценка природно-ресурсного потенциала республики, разработка информационно-аналитической базы национальных и региональных программ рационального природопользования, охраны окружающей среды, реконструкции экологически дестабилизированных природно-хозяйственных систем.

4. Атласное картографирование географических систем национального, регионального и отраслевого уровней с использованием современных геоинформационных технологий.

В разрезе этих направлений были проведены крупные и весьма важные исследования для республики.

Основными потребителями результатов выполнения программы являются Совет безопасности Республики Казахстан, Министерство сельского хозяйства РК, Министерство энергетики РК, Министерство внутренних дел Республики Казахстан, Республиканское общественное объединение «Казахстанская национальная академия естественных наук» (КазНАЕН), ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангыстауской области», РГКП «Институт истории и этнологии им. Ч. Ч. Валиханова», ТОО «АТРГKazakhstan», ТОО "Казахский научно-исследовательский институт культуры", ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии» и их региональные подразделения при разработке:

- целевых комплексных и отраслевых программ национального и регионального уровней;
- мероприятий по управлению развитием и функционированием природно-хозяйственных систем РК.

Исследования по программам выполнялись на уровне мировых стандартов с применением современных средств получения и обработки информации. Они осуществлялись в соответствии с принятыми метрологическими нормативами с использованием приборов и технических средств, прошедших сертификацию и контрольную поверку.

Институтом было выполнено 12 научно-исследовательских программ и проектов по заказу КН МОН РК, в том числе:

- 2 по программно-целевому финансированию (2015–2017 гг.);
- 9 по грантовому финансированию (2015–2017 гг.)
- и 12 научно-прикладных работ.

Институт географии в плане основных научных исследований по оценке и прогнозу ресурсов и режима поверхностных вод республики с учетом изменения климата и хозяйственной деятельности, разработки географических основ обеспечения водной безопасности Казахстана как основы устойчивого развития выполнил следующие работы:

Фундаментальные исследования в области естественных наук по программно-целевому финансированию

*по приоритету: Рациональное использование природных ресурсов,
переработка сырья и продукции.*

Водная безопасность Республики Казахстан – стратегия устойчивого водообеспечения.

Цель работы: совершенствование методов стратегического планирования систем водообеспечения (СВО) Республики Казахстан на основе технологий динамико-стохастического моделирования. Научное обоснование комплекса средне- и долгосрочных мероприятий и технологий по использованию и охране ресурсов подземных вод Казахстана. Разработка прогнозной оценки экономической, экологической и социальной эффективности сооружения Трансказахстанского канала (ТКК) и рекомендаций по составу и типу гидротехнических сооружений по трассе канала.

Полученные результаты: подпрограмма «Стратегия устойчивого водообеспечения Республики Казахстан до 2050 г.»

На основании общей теории безопасности жизнедеятельности разработана концепция водной безопасности, формулирующая видение решения проблемы дефицита воды в Казахстане и отличающаяся от принятой в международной практике трактовки водной безопасности как характеристики межгосударственных водных отношений.

Применительно к задачам стратегического планирования предложена трехуровневая иерархическая структура управления водными ресурсами: функции, процедуры и операции. Показана значимость функции «стратегическое планирование» как первого и наиболее значимого этапа процесса управления водными ресурсами, отсутствующего в принятой Государственной программе управления водными ресурсами до 2020 года.

В развитие программно-целевого подхода к стратегическому планированию Национального водохозяйственного комплекса (НВХК) разработана аналитическая версия динамико-стохастического моделирования, основанная на рассмотрении возобновляемых водных ресурсов как вероятностного процесса, описываемого функциями распределения вероятностей в отличие от

распространенного в практике детерминированного подхода, основанного на применении нормативов расчетной обеспеченности водоподачи.

Для оценки и сравнения альтернативных сценариев развития НВХК предложена система критериев водной безопасности, включающая распространенные в теории и практике показатели антропогенной нагрузки на водные ресурсы (водный стресс) и удельной водообеспеченности населения и территории, а также показатели гидрологической надежности и риска как вероятности и величины интегральных потерь (ущерба) общества вследствие недостатка воды.

Разработана имитационная модель анализа и прогноза сценариев водообеспечения природно-хозяйственных систем на основе выделения расчетных виртуальных единиц – «бассейново-областных сегментов» с выявлением дефицитов и избытков воды на расчетные этапы развития как основы выработки мероприятий по их сбалансированию.

Разработанная модель использована для ретроспективного анализа водообеспеченности регионов Казахстана, показавшего высокую контрастность распределения показателей водной безопасности в разрезе бассейнов, областей, сегментов.

Показано, что отсутствие долговременных межгосударственных договоров о вододелении с сопредельными странами уже к 2020 году создаст реальные угрозы нехватки водных ресурсов для развития водоемких отраслей экономики и обеспечения экологической устойчивости регионов РК.

Установлена необходимость реализации радикальных мероприятий по реабилитации природных комплексов рек и водоемов с обоснованием нового приемлемого уровня устойчивости их гидрологического режима, обеспечивающего выполнение экологических и социально-экономических функций.

Показана необходимость совершенствования системной водохозяйственной инфраструктуры республики, в том числе параметров и правил эксплуатации регулирующих водохранилищ в связи с изменившейся за годы независимости водохозяйственной и водно-экологической обстановкой в бассейнах большинства рек Казахстана.

Разработана инновационная стратегия развития НВХК, нацеленная на обоснование принципиальных долговременных решений в ответ на неучтенные в Генсхеме СКИОВР климатические и трансграничные водные угрозы с выделением трех укрупненных задач:

1. Совершенствование межгосударственных водных отношений РК с сопредельными странами в трансграничных бассейнах рек на принципах международного водного права.

2. Развитие системной водохозяйственной инфраструктуры РК в связи с климатически и антропогенно обусловленным изменением располагаемых водных ресурсов, а также требований к их использованию (социальных, экономических, экологических).

3. Взаимовыгодное использование стока российских рек на основе развития трансграничных водохозяйственных связей.

Обоснована необходимость совершенствования межгосударственного вододеления между РК и КНР в трансграничном бассейне р. Иле на принципах «устойчивости» и «справедливости» международного водного права, обеспечивающих, в частности, сохранение озера Балкаш на экологически приемлемом уровне.

Показана водохозяйственная эффективность сооружения ТКК для покрытия ожидаемых дефицитов воды в бассейнах рек Есиль, Нура, Тобыл, Сырдария, что будет способствовать решению проблем: повышения уровня занятости населения путем развития водоемких производств; формирования рациональной (равномерной) системы расселения в республике; сохранения экосистем за счет восстановления водно-ресурсного равновесия; охраны и рационального использования ресурсов пресной воды.

Показана взаимная выгода для РК и РФ использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению, компенсирующему сокращение стока Кара Ертис с территории КНР и повышающему гидроэнергетический потенциал бассейна при преодолении межбассейнового водораздела.

Подпрограмма «Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс устойчивого водообеспечения страны».

Разработаны макеты специализированных гидрогеологических карт Западного, Северного, Центрального, Южного и Восточного Казахстана с районированием территорий на основе струк-

турно-гидрогеологического принципа, а также ресурсов подземных вод питьевого качества и для хозяйственно-технических нужд.

Разработаны прогнозные сценарии управления подземными водами для питьевого водоснабжения, орошения земель и сельхозводоснабжения.

Разработаны методы и технологии математического и геоинформационного моделирования для решения прикладных задач гидрогеологии на основе анализа отечественного и зарубежного опыта.

Разработаны методика и технология создания постоянно действующих моделей (ПДМ) гидрогеологических условий месторождений подземных вод, апробированная на примере Кызылжарминского месторождения подземных вод, а также гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых массивов, апробированная на примере Акдалинского массива орошения.

Подпрограмма «Каталог водных ресурсов и системы мониторинга для устойчивого управления водными ресурсами Западного Казахстана».

Составлены каталог водных ресурсов и геоинформационная база данных, включающая 65 рек и 72 родника Жайык-Каспийского бассейна, изучен их гидрохимический состав и характер техногенного загрязнения. Даны рекомендации по созданию сети особо охраняемых природных территорий из 21 ключевого объекта и трансграничного национального парка.

Подпрограмма «Трансказахстанский канал – стратегический приоритет обеспечения водной безопасности Республики Казахстан».

Обоснована эффективность сооружения Трансказахстанского канала для обводнения пастбищ и сенокосных угодий, вовлечения в севооборот залежей и брошенных земель, расширения посевных площадей под овощные культуры, развития тепличного кластера.

Проведены полевые научные исследования по предполагаемой трассе ТКК и в зоне его влияния с составлением карт геоморфологического риска на ключевых участках.

Дан анализ результатов полевых исследований, в том числе геоморфологических рисков, физико-механических свойств пород, геолого-геоморфологических условий предполагаемой трассы ТКК и разработаны рекомендации и мероприятия по проектированию, строительству и эксплуатации ТКК, минимизирующие негативные воздействия канала на окружающую среду с составлением карты рекомендаций по строительству ТКК на ключевых участках полевых исследований.

Научная новизна: разработка вероятностного подхода к задачам стратегического планирования управления водными ресурсами Республики Казахстан. Сценарии управления ресурсами подземных вод для решения проблем питьевого водоснабжения. Информационное обеспечение к проектированию, строительству и эксплуатации ТКК.

Внедрение результатов: стратегии водной безопасности Республики Казахстан в контексте целей и задач «Стратегии "Казахстан-2050"». Научно-производственная сфера в области проблем использования подземных вод. Программа создания сети особо охраняемых природных территорий, включающей 21 объект и 1 трансграничный национальный парк. Планирование и проектирование сооружений ТКК.

Эволюция ледников и ледниковых систем трансграничных бассейнов Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии как основа оценки современных и прогнозных изменений региональных водных ресурсов.

Цель работы: на основе сравнительного анализа данных повторных каталогов ледников оценить современное состояние, тенденции и перспективы изменения оледенения ледниковых систем трансграничных бассейнов Казахстана (Балкаш-Алаколь, Ертис, Сырдария) как реакции на изменения климата и влияние этих изменений на речной сток и региональные водные ресурсы.

Полученные результаты: помимо системы организованного комплексного круглогодичного мониторинга исследуемых процессов и природных явлений на базе трех стационаров Института географии на Северном Тянь-Шане, результатами исследований по проекту являются нижеследующие.

В развитие результатов сопряженного анализа оледенения, снежности и характеристик климата в зоне формирования речного стока предприняты исследования закономерностей изменения

значений тренда средней годовой и сезонных температур воздуха в геопаре «равнина-горы». Итогом этих работ стал один из наиболее значимых, существенно новых научных результатов: на основе сравнительного анализа данных наблюдений на 164 станциях мониторинга климата Центральной Азии обоснованы выводы о том, что:

1. Общеизвестное ускоренное повышение температуры в течение холодного периода не отражает природообусловленные изменения, а является результатом накопленных во времени искажений естественного поля температуры воздуха тепляющим эффектом урбанизированных территорий.

2. Факт отсутствия различий в трендах температуры в геопаре «равнина-горы» в летний период и тесная связь значений тренда температуры холодного периода с продолжительностью отопительного сезона – яркие свидетельства решающей роли антропогенно обусловленных искажений приземной температуры именно в течение отопительного периода. Эти искажения максимальны в показаниях метеостанций, расположенных в наиболее густонаселенных районах предгорных равнин, и практически отсутствуют в показаниях высокогорных станций.

3. Реальные темпы потепления климата в условиях Казахстана, по крайней мере, значительно ниже указанных в последнем Национальном отчете по изменению климата. С учетом этих результатов очевидна необходимость переоценки современных и прогнозных изменений климата на территории Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии, как и соответствующей стратегии адаптации населения и хозяйства к изменениям климата.

Один из главных итогов работ по целевой программе – новые каталоги ледников трансграничных бассейнов, в пределах Балкаш-Алакольского бассейна это каталоги ледников бассейна р. Шелек по состоянию на 2014 г., бассейнов рек Кюнес и Коксу (на китайской части бассейна р. Иле) по состоянию на 1990-1993 гг. и каталог бассейна р. Текес по состоянию на 2012-2013 гг.

Особо отметим работы по каталогизации ледников бассейна р. Сырдарии: в ходе исследований составлены каталоги не отдельных тестовых водосборов, как предусмотрено техническим заданием и календарным планом, а всего бассейна Сырдарии по состоянию на 2013-2015 гг. Такая масштабная работа выполнена впервые за последние 60 лет – со времени составления первого каталога ледников бассейна. Новые каталоги ледников составлены и для бассейна р. Ертыс по состоянию на середину 1990-х годов и 2011 г.

В сочетании с результатами прежних каталогизаций ледников данные этих каталогов позволили более обоснованно исследовать динамику ледниковых систем трех главных трансграничных бассейнов Казахстана за последние 60 лет – Балкаш-Алакольского, Сырдарии и Ертыса.

Важным результатом исследований является обоснование возможностей оперативного мониторинга состояния ледниковых систем по данным о морфологических характеристиках ледников частного бассейна. Результаты сравнительного анализа данных унифицированных каталогов ледников трех названных трансграничных бассейнов с привлечением аналогичных данных по оледенению Памира, Гималаев и Кавказа не оставляют сомнений в том, что доля площади ледников частного бассейна в суммарной площади оледенения соответствующей ледниковой системы устойчива во времени. Это открывает возможности не только для оперативного мониторинга динамики оледенения ледниковых систем по данным о площади оледенения контрольных бассейнов, но и для корректировки явно сомнительных данных прежних каталогов ледников и реконструкции площади оледенения ледниковых систем по состоянию на годы каталогизации ледников смежных бассейнов горных районов. Согласно нашим исследованиям при площади оледенения контрольного бассейна $S_k \geq 10 \text{ км}^2$ ошибка расчета площади оледенения соответствующей ледниковой системы S_d не выходит за пределы $\pm 5\%$ и сокращается при дальнейшем увеличении S_d вплоть до порогового значения, с превышением которого остается стабильной. Варьируя структурой и размерами ледниковых систем, можно привести к сопоставимому виду данные о площади оледенения смежных ледниковых систем и выявить причины межбассейновых различий реакции оледенения на изменения климата. На этой основе определена площадь оледенения бассейна р. Нарын по состоянию на три временных среза между полными каталогизациями ледников по состоянию на середину 1960-х годов и 2014 г. Тем же методом восстановлена площадь оледенения китайской части бассейна р. Иле (Верхне-Илейская ледниковая система) по состоянию на 1955 г., северного склона Иле Алатау (Северо-Илейская ледниковая система) по состоянию на 2014 г. и Жетысу

Алатау (Джунгарская ледниковая система) по состоянию на 2008 г. В итоге впервые получена возможность выполнить сравнительную оценку отклика ледниковых систем трех главных трансграничных бассейнов Казахстана на изменения климата за единый по продолжительности период.

Важный итог исследований – новая методика и полученные на ее основе результаты оценки ледниковой составляющей в стоке рек Балкаш-Алакольского бассейна. В ее основе тесная связь ледовой/снежной составляющей ледникового стока с высотой линии нулевого баланса ELA, выявленная по данным наблюдений стаивания снега и льда по сети из 120 реек, равномерно распределенных в зоне абляции ледника Туйыксу. Возможность применения нашей методики для решения задачи в других горных районах предстоит еще исследовать (необходимы данные о динамике высоты границы питания и балансе массы контрольных ледников). Полученные результаты о вкладе талых ледниковых вод в сток рек бассейнов Сырдарии и Ертиса вполне согласуются с данными соответствующей оценки по Балкаш-Алакольскому бассейну.

Результаты анализа данных повторных каталогизаций ледников Иле и Жетысу Алатау не оставляют сомнений в том, что общей тенденцией изменений ледникового стока за последние 60 лет является его сокращение, сопоставимое по скорости с уменьшением площади оледенения. Уже с начала 1980-х годов убыль ледникового стока из-за сокращения площади оледенения превысила его прибавку, обусловленную увеличением слоя стаивания льда вследствие продолжающегося потепления климата, а начиная с 1980-х годов ледниковый сток неуклонно сокращался.

Добавка к стоку за счет таяния многолетнего льда невелика. Она сопоставима с погрешностью измерения расходов воды на горных реках и не могла оказать значительного влияния на гидрологический режим и региональные водные ресурсы. Величина этой добавки возрастает пропорционально коэффициенту оледенения бассейна, и в Иле Алатау даже в период наиболее интенсивной деградации ледников – в 1980-х годах лишь в отдельных бассейнах на выходе рек из гор приближалась к 20%, составляя в большинстве бассейнов менее 10% суммарного годового стока.

Несравнимо более значительна роль ледниковых вод в речном стоке за вегетационный период. На реках Иле Алатау их доля изменялась от 48% в начале рассматриваемого периода (1955–1974 гг.) до 28% в среднем за 1955–2008 гг. По сути, ледниковый сток обеспечивает саму возможность существования сложившейся в Центральной Азии системы орошаемого земледелия, являясь гарантом продовольственной безопасности и устойчивого развития. Именно этим определяется актуальность гляциологических исследований и беспокойство, связанное с прогнозируемой перспективой исчезновения подавляющей части ледников региона уже к концу текущего столетия.

Внедрение результатов: целевыми потребителями полученных результатов являются органы государственного бассейнового управления водными ресурсами, а также институты развития и эксплуатационные организации водохозяйственного профиля.

По грантовому финансированию

Динамика криосферы зоны формирования стока Балкаш-Алакольского бассейна как основа обеспечения водной безопасности и перспективного планирования развития водного сектора экономики.

Цель работы: оценить современную и прогнозную динамику компонентов горной криосферы и ее проявления в речном стоке как необходимое условие обеспечения водной безопасности и устойчивого развития.

Полученные результаты: организован круглогодичный комплексный мониторинг компонентов криосферы на базе трех горных стационаров Института географии на Северном Тянь-Шане – гляциологического «Ледник Туйыксу» в бассейне р. Киши Алматы (базовая станция на высоте 3500 м) и двух стационаров в бассейне р. Улкен Алматы – гидрофизического «Большое Алматинское озеро» (2500 м) и геокриологического у перевала Жусалы-Кезень (3400 м).

На базе первого стационара организован комплексный гляциоклиматический мониторинг с измерением составляющих баланса массы ледника Туйыксу. Результаты мониторинга в виде отчета стандартного содержания ежегодно передаются в Мировую службу мониторинга ледников WGMS (Швейцария) и наряду с данными аналогичного мониторинга на других тестовых ледниках мира публикуются в периодических бюллетенях WGMS.

Основу мониторинга компонентов криосферы на базе стационаров в бассейне р. Улкен Алматы составляют регулярные измерения температуры сезонно- и многолетнемерзлых грунтов на фиксированных глубинах в 32 скважинах, распределенных по территории с учетом различий по абсолютной высоте, экспозиции, структуре грунта и типу растительности. Работы проводятся совместно с Институтом мерзлотоведения СО РАН. Данные этих наблюдений – яркий индикатор изменений климата, а многолетняя мерзлота – один из компонентов компенсационного механизма, обеспечившего относительную устойчивость речного стока в условиях глобального потепления климата и деградации ледников.

Новый результат исследований – обоснование реальных возможностей определения максимального запаса воды в снежном покрове (W , мм) в условиях горного рельефа с использованием данных дистанционного зондирования из космоса. Результаты исследований не оставляют сомнений в реальных перспективах применения предлагаемого метода для решения рассматриваемой задачи. Это важно в практическом отношении, поскольку открывается возможность оценки распределения снежного покрова в высокогорном поясе, где, по нашим оценкам, формируется более 50% возобновляемых снежных ресурсов, а данных прямых измерений характеристик снежности практически нет. Целесообразность продолжения этих исследований очевидна.

Самостоятельный итог работ по проекту – новые каталоги ледников казахстанской части бассейна реки Текес по состоянию на 1992 и 2013 годы, бассейна р. Шелек по состоянию на 2014 г., а также бассейнов рек Кюнес и Коксу (на китайской части бассейна р. Иле) по состоянию на 1990–1993 гг. В сочетании с результатами прежних каталогизаций ледников региона данные этих каталогов позволили более обоснованно исследовать динамику ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна за последние 60 лет. Согласно результатам, площадь оледенения всех трех ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна – Илейско-Кунгейской, Джунгарской и Верхне-Илейской – изменялась в течение указанного периода со средним темпом 0,73% в год. При сохранении этой тенденции в будущем подавляющая часть ледников бассейна может полностью растаять уже к середине 2080-х годов, что неминуемо повлечет осложнение проблем водной и продовольственной безопасности в регионе.

Внедрение результатов: они используются в практике перспективного планирования развития водного сектора экономики, для обоснованного прогноза вероятных климатообусловленных изменений водных ресурсов бассейнов на ближайшие десятилетия. Потребителями результатов являются управленческие государственные структуры, проектные и научно-исследовательские организации Казахстана и стран Центрально-Азиатского региона, связанные с перспективным планированием развития водного сектора экономики. Они могут быть полезны в переговорном процессе по межгосударственному использованию трансграничных водных ресурсов.

Гидрологические основы сохранения водно-болотной экосистемы и повышения потенциала ресурсов дельты р. Иле.

Цель работы: разработка рекомендаций по сохранению водно-болотных угодий дельты р. Иле как гаранта существования уникальной водной экосистемы дельты.

Полученные результаты: проведена оценка притока поверхностных вод к вершине дельты р. Иле и естественных потерь стока в дельте с разделением на периоды: до заполнения Капшагайского вдхр. в 1953–1969 гг. с незначительным влиянием антропогена; в период зарегулирования стока с пониженной водностью (1970–1987 гг.), период зарегулирования стока с повышенной водностью (1988–2015 гг.).

Расчитано распределение стока по главным рукавам дельты, которое показывает, что по рукаву Жидели направляется 92 %, по р. Иле – 4,2 %, пр. Суминка – 4,3 % стока, поступающего к вершине дельты.

Выполнен анализ изменения экологического пространства дельты реки Иле с применением данных дистанционного зондирования, материалов аэрофотосъемки на протяжении последних нескольких десятилетий.

Разработаны рекомендации по сохранению водно-болотных угодий дельты р. Иле, включающие комплекс мероприятий по сохранению и воспроизводству биоразнообразия для обеспечения экологической устойчивости низовой реки Иле, путем оптимизации водного режима и водного

баланса дельты. При разработке рекомендаций рассматривались основные природоохранные и рыбохозяйственные требования, направленные на предотвращение ухудшения природной среды и обитания водных биоресурсов при реализации хозяйственной деятельности.

Рекомендации по регулированию и сохранению водно-болотных угодий дельты р. Иле:

- развивать и совершенствовать информационную базу по сохранению и устойчивому использованию водно-болотных угодий;
- составить исчерпывающий инвентаризационный список по птицам и млекопитающим водно-болотных угодий;
- создать системы управления охраной и природопользованием в Рамсарских угодьях, основываясь на применении бассейнового принципа;
- разработать нормативы допустимых воздействий на водно-болотные угодья в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой (все виды охоты в водно-болотных угодьях, любительского и спортивного рыболовства);
- усилить работу по информированности населения о ценных водно-болотных угодьях и их значимости для региона;
- рекомендовать местным органам власти принимать участие в контроле за соблюдением положений о водно-болотных угодьях.

Предлагаемые меры необходимы для сохранения водно-болотных угодий при усиливающемся антропогенном воздействии, для поддержания их в состоянии, пригодном для гнездования, линьки, остановки во время сезонных миграций и зимовки в полыньях водоплавающих птиц.

Внедрение результатов: они использовались при реализации технических работ по вододелиению на казахстанско-китайских трансграничных реках. Имеется акт внедрения от Министерства сельского хозяйства РК. Результаты исследований вошли в терминологический словарь на трех языках «Интегрированное управление водными ресурсами» под ред. Нурдиллаевой Р.Н., изданного в издательстве «Қазақ Университеті» в 2016 году, также опубликованы 3 научных статьи, из них 2 статьи с импакт-фактором.

Современные изменения водного режима рек юго-востока Казахстана и их перспективное состояние на 2020–2050 гг.

Цель работы: оценить внутригодовое распределение стока рек юго-востока Казахстана и их перспективное состояние в условиях современных изменений климата и роста антропогенных нагрузок.

Полученные результаты:

1. Проведена реконструкция рядов стока и оценено внутригодовое распределение стока рек юго-востока РК. Для оценки внутригодового распределения стока была собрана и создана база данных рядов сезонного и месячного стока основных рек Иле-Балкашского и Ертисского водохозяйственных бассейнов. По различным принятым в гидрологии методам была проведена реконструкция рядов сезонного и месячного стока рек Иле-Балкашского и Ертисского водохозяйственных бассейнов.

2. Выполнена оценка роли климатических и антропогенных факторов в изменении внутригодового распределения стока рек юго-востока Казахстана. Выявлены зависимости сроков характерных фаз водности и ежемесячного стока от основных климатических характеристик, температуры воздуха и атмосферных осадков.

3. Дана оценка внутригодового распределения стока рек юго-востока Казахстана до 2020–2050 гг.

Балкаш-Алакольский бассейн. В целом ожидаются повсеместное увеличение стока в холодный период (IX–III) и сток около нормы в летне-осенние периоды. Некоторые отклонения от общей ситуации наблюдаются на высокогорных малых водосборах с многолетними запасами влаги (устойчивое увеличение стока по всем месяцам года) и на реках среднегорья, где роль подземного питания в летнюю межень незначительна (уменьшение стока в летнюю межень). Частые зимние оттепели, смещения сроков половодья в ранние даты, уровень сработки источников подземного питания до летней межени, сухой осенний период – вот неполная картина условий формирования стока в регионе в последние десятилетия в связи с изменениями климата.

Ертисский бассейн. Сложная орография Казахстанского Алтая, доступность его передовых северо-западных отрогов для холодных северных масс воздуха и достаточная обособленность от последних глубоко внутригорных и юго-западных районов определяют всю пестроту гидроклиматических особенностей бассейна.

Ожидается увеличение стока в зимний период для рек (Куршим, Нарын, Калжыр), в чьем питании роль грунтовых вод заметно высока (30–50%), для остальных рек, наоборот, отмечается заметное снижение стока. В подъеме половодья (в среднегорье апрель-май, в высокогорье май-июнь) ожидается повсеместное увеличение стока, а, наоборот, в период спада – уменьшение. Последний факт – результат сокращения сроков половодья.

Научная значимость исследований заключается в разработке методологии оценки ВРС рек на перспективу с учетом климатических и антропогенных изменений. Полученные результаты применимы при решении практических задач в водной отрасли экономики страны.

Внедрение результатов: они использованы МСХ РК при реализации технических работ по вододелению на казахстанско-китайских трансграничных реках; опубликованы 6 научных статей, а также сданы в печать 2 статьи в зарубежный журнал с импакт-фактором; исполнители участвовали в конференциях и научных семинарах.

Научно-прикладные работы за 2017 г.

Оценка и прогноз водообеспеченности природно-хозяйственной системы Ертисского бассейна с учетом перспектив сельскохозяйственного освоения территории и межбассейнового перераспределения водных ресурсов.

Цель работы: обосновать перспективы устойчивого водообеспечения природно-хозяйственной системы Ертисского бассейна в условиях климатически и антропогенно обусловленного изменения ресурсов речного стока, хозяйственного освоения территории, межбассейнового перераспределения водных ресурсов с использованием методологии имитационного математического моделирования.

Полученные результаты: оценка водообеспеченности природно-хозяйственной системы Ертисского бассейна с учетом перспектив сельскохозяйственного освоения территории и межбассейнового перераспределения водных ресурсов:

- оценена роль водных ресурсов Ертисского бассейна в формировании Единой системы водообеспечения Республики Казахстан;
- оценены поверхностные водные ресурсы Ертисского бассейна в современных условиях;
- оценены изменения поверхностных водных ресурсов Ертисского бассейна в условиях трансграничных водно-ресурсных ограничений со стороны КНР;
- оценен водно-ресурсный потенциал Ертисского бассейна в условиях привлечения части стока российских рек;
- оценено современное состояние спроса на водные ресурсы отраслей экономики, в том числе агропромышленного комплекса;
- оценено современное состояние экологического спроса на водные ресурсы в Ертисском бассейне.

Научная значимость исследований заключается в развитии общей теории управления водными ресурсами на основе программно-целевого подхода, инструментом которого является имитационное математическое моделирование.

Практическая значимость выполнения программы заключается в повышении уровня политической целесообразности, экономической эффективности и экологической безопасности принимаемых решений в области долгосрочного прогнозирования развития водного сектора экономики. Формированием Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК) будет реализован инфраструктурный мегапроект, нацеленный на решение системных проблем социально-экономического развития и экологической безопасности страны.

Внедрение результатов: позволит повысить оперативность и обоснованность принимаемых решений в переговорном процессе по вододелению между РК и КНР в трансграничных бассейнах.

Оценка водных ресурсов притоков Восточного Балкаша с учетом пространственно-временной изменчивости метеорологических характеристик.

Цель работы: оценить водные ресурсы притоков Восточного Балкаша с учетом пространственно-временной изменчивости метеорологических характеристик.

Полученные результаты:

- выполнен анализ изученности территории исследования и исходных материалов наблюдений за количеством осадков, испарения и за стоком на исследуемой территории;
- восстановлены отсутствующие данные наблюдений с 1956 по 1995 г. с применением различных методов;
- на основе данных наблюдений и результатов восстановления пропусков получены ряды месячного и годового количества осадков за 1956–1995 гг. и испарения за 1980–1995 гг.; показано, что для получения устойчивого среднего многолетнего количества осадков достаточен период 35–40 лет; выполнен расчет среднего многолетнего количества осадков и испарения за соответствующие периоды по метеорологическим станциям и гидрологическим постам;
- уточнены карты изолиний среднего многолетнего годового количества осадков и испарения с водной поверхности на территории бассейнов рек северного склона Жетысу Алатау с учетом высотных закономерностей распределения;
- методом изолиний определены средние многолетние величины годового слоя осадков и испарения по территориальным районам;
- рассчитано ежегодное количество осадков и испарения по территориальным районам;
- изучены распределение среднего многолетнего количества осадков по сезонам года и его изменчивость во времени; выполнен анализ внутригодового распределения осадков в характерные годы по районам бассейнов рек северного склона Жетысу Алатау, в качестве характерных лет выбраны года с годовым количеством осадков, близким к обеспеченности 5, 25, 50, 75 и 95%;
- показано, что в период 1956–1995 гг. на фоне повышения температуры воздуха во многих исследуемых территориальных районах тенденции в динамике атмосферных осадков отсутствуют;
- получены средние многолетние значения речного стока и их изменчивости за соответствующие периоды по гидрологическим постам;
- проведены полевые исследования изменения стока по длине рек.

Одним из важных достижений ТОО «Институт географии» явилось открытие в Казахстане Филиала института «Международный центр оценки вод» (МЦОВ) в г. Астане.

Международный центр оценки вод в Казахстане (Филиал ТОО «Институт географии») – Branch of the LLP «Institute of Geography» – International Water Assessment Centre. Создан в соответствии с Постановлением Правительства Республики Казахстан от 05.05.2017 г., № 249 «О подписании Меморандума о взаимопонимании между Правительством Республики Казахстан и Европейской экономической комиссией Организации Объединенных Наций о размещении Международного центра оценки вод в Казахстане».

Основные функции МЦОВ:

обеспечение научной, методологической и технической поддержки правительств стран в целях осуществления положений **Конвенции об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озер** (далее – **Конвенция**);

предоставление платформы всем ключевым игрокам, таким, как ученые, эксперты и политики, для обсуждения вопросов сотрудничества в области трансграничных вод, обзора научных разработок в области мониторинга оценки и обмена знаниями;

оказание помощи странам в реализации рекомендованных практик в рамках пилотных проектов по трансграничным водам;

участие в разработке и предоставлении руководящих указаний по проектированию и эксплуатации сетей мониторинга, в том числе по оптимизации существующих сетей по трансграничным водам;

участие в разработке и оказание помощи сторонам Конвенции в подготовке предложений по региональной гармонизации правил создания и функционирования программ мониторинга трансграничных вод, соответствующих устройств и аналитических методов, методов регистрации водо-

пользования, в том числе сброса загрязняющих веществ, и методов оценки состояния трансграничных вод, включая обработку данных и процедур оценки;

оказание содействия сторонам Конвенции в подготовке кадастров источников загрязнения и исследовании «горячих» точек и «ключевых» мест;

оказание содействия сторонам Конвенции с переходной экономикой путем организации семинаров и практикумов по обмену информацией о наилучших имеющихся технологиях, по обмену результатами научных исследований и разработок, методами и инструментами и проведение обучений, связанных с мониторингом и оценкой окружающей среды;

оказание помощи сторонам Конвенции в подготовке докладов о состоянии трансграничных вод, в том числе на основе общей региональной информации, а также в развитии и поддержании соответствующих баз данных;

обеспечение соблюдения руководящих принципов мониторинга и оценки трансграничных водотоков и международных озер, разработанных под эгидой совещания сторон Конвенции.

В плане исследований закономерностей формирования и распределения опасных стихийных явлений, природных катастроф и экологически опасных изменений природной среды с оценкой их социально-экономических последствий были выполнены следующие работы.

Фундаментальные исследования в области естественных наук по грантовому финансированию

*по приоритету: Рациональное использование природных ресурсов,
переработка сырья и продукции.*

Определение границ лавиноопасных зон в горных районах Казахстана с применением компьютерного моделирования для обеспечения рационального природопользования.

Цель работы: создание методики определения границ лавиноопасных зон и расчетов параметров снежных лавин в горных районах Казахстана с целью предотвращения ущерба от лавин.

Полученные результаты:

– по материалам многолетних наблюдений за лавинами с применением крупномасштабного картирования и видеосъемки получены данные о скорости, высоте потока и длины пути реальных лавин;

– методами обратных расчетов реальных лавин найдены значения откалиброванных коэффициентов трения и турбулентного сопротивления, используемые при компьютерном моделировании лавин программой моделирования лавин RAMMS, разработанной Швейцарским институтом снега и лавин для условий Альп;

– получены эмпирические зависимости регулирующих коэффициентов от параметров лавин, состояния снега и характеристик лавинных очагов для горных районов Казахстана;

– разработана методика определения границ лавиноопасных зон разной обеспеченности, а также расчетов скорости, высоты потока и давления лавин для сухих и мокрых лавин разных объемов, формирующихся в склоновых и лотковых лавинных очагах.

Внедрение результатов: переданы для использования в ГУ «Казселезащита». Опубликованы 3 статьи в журналах с импакт-фактором.

Опасные экзогенные процессы, вызываемые землетрясениями, в Казахстане и их влияние на рациональное природопользование.

Цель работы: выполнить оценку опасности проявлений сейсмообусловленных экзогенных процессов (оползней, обвалов, селей и лавин) в горных районах Казахстана, определить сейсмогенный риск и дать рекомендации по предотвращению ущерба от сейсмогенных опасных процессов.

Полученные результаты:

1. По материалам дешифрирования космических снимков, аэровизуальных и наземных наблюдений составлены карты распространения сейсмогенных обвалов и оползней в горных районах Казахстана.

2. По крупномасштабным топографическим картам и наземным инструментальным измерениям определены морфометрические параметры сейсмогенных обвалов и оползней: объем, высота падения, длина пути, коэффициент дальности распространения, площадь нарушенных земель.

3. Составлены обзорная мелкомасштабная карта сейсмогенного обвально-оползневого риска в горных районах Казахстана и детальная карта сейсмогенного оползневого риска территории г. Алматы.

4. Установлено, что доля сейсмогенных лавин составляет не более 0,15 % от общего числа лавин. Сейсмогенный лавинный риск можно считать несущественным. Повторяемость сейсмогенных селей соответствует повторяемости землетрясений силой более 8 баллов. Сейсмогенный селевой риск необходимо учитывать при оценке общего сейсмогенного риска.

5. Разработаны рекомендации по снижению ущерба от проявлений опасных сейсмогенных процессов в горных районах Казахстана.

Внедрение результатов: переданы в ГУ «Казселезащита». Опубликовано 1 монография и 2 статьи в журналах с импакт-фактором.

Научно-прикладные работы за 2017 г.

Разработать методику организации и функционирования автоматизированного мониторинга селевой опасности в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы, Каргалы и Аксай.

Цель работы: разработать методику автоматизированного мониторинга селевой опасности для обеспечения безопасности населения и территории г. Алматы от селевых потоков путем оценки обстановки, наблюдений за процессами селеформирования, прогноза селевой опасности и оповещения населения об угрозе или возникновении селя.

Полученные результаты:

Разработана концепция автоматизированного мониторинга селевой опасности.

Выполнен ретроспективный анализ селевой деятельности в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы, Каргалы и Аксай.

Дано обоснование критериев выделения селеопасных объектов, которые могут сформировать селевые потоки, способные нанести социальный, экономический или экологический ущерб. К ним относятся селевые бассейны, селевые русла и селевые врезы, моренно-ледниковые комплексы, ледниковые, моренные и завальные озера.

Рассмотрены природные условия селеформирования в центральной части Иле Алатау: ландшафты, геология, горные породы, климат, ледники, моренные озера, многолетняя мерзлота. Горные породы являются поставщиками твердого материала для селевых потоков. Наиболее часто сели образуются при размывании современных и древних морен, а также пролювиальных отложений на дне долин. В предгорной зоне сели формируются в лёссовидных суглинках. Источниками водной составляющей для селей являются сильные дожди с суммой осадков более 40 мм, ледники и моренные озера.

На бассейны рек Киши и Улкен Алматы, Каргалы и Аксай составлены карты селевой опасности и селевого риска, селевых русел, селевых очагов и селевых врезов. На картах селевой опасности отдельно оценивалась степень селевой опасности водосборов, конусов выноса и степень селевой опасности ранжировалась на пять категорий: высокая, значительная, средняя, пониженная, низкая и очень низкая. Критериями степени селеопасности являются объемы селей, их повторяемость, доля площади водосбора, участвующего в селеформировании, и наличие селезащитных сооружений. Степень селевого риска также делилась на 5 уровней и оценивалась по сочетанию селеопасности и показателю риска негативного воздействия.

Обобщен опыт применения автоматизированных систем мониторинга опасных процессов в мире и Казахстане. Выполнен анализ развития сети наблюдений и оповещения о селевой опасности.

Обоснован состав наблюдаемых параметров для селей ливневого и гляциального генезиса на станциях мониторинга разного вида и режима наблюдений.

Разработано содержание мониторинга селевой опасности.

После ввода в действие второй очереди системы она будет состоять из следующих компонентов:

- станции на моренных озерах – 8;
- станции в селевых очагах – 6;
- станции в селевых руслах – 12;
- станции на селезащитных дамбах – 5.

Разработаны технические требования к мониторингу селевой опасности.

Разработана методика организации и функционирования автоматизированного мониторинга селевой опасности в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы, Каргалы и Аксай, включающая блоки оценки обстановки, наблюдения и анализа, прогнозирования и оповещения.

Внедрение результатов: методика одобрена научно-техническим советом ГУ «Казселезащита» и передана в ДЧС г. Алматы для внедрения. В 2018 г. по этой методике будет разработан проект мониторинга селевой опасности, который будет реализован в 2019–2020 годах.

В области оценки природно-ресурсного потенциала республики, разработки информационно-аналитической базы национальных и региональных программ рационального природопользования, охраны окружающей среды, реконструкции экологически дестабилизированных природно-хозяйственных систем были выполнены следующие научные проекты:

Фундаментальные исследования в области естественных наук по грантовому финансированию

*по приоритету: Рациональное использование природных ресурсов,
переработка сырья и продукции.*

Разработать научные основы ландшафтного планирования экологически сбалансированного землепользования в контексте продовольственной безопасности Казахстана.

Проект: Разработать научные основы ландшафтного планирования экологически сбалансированного землепользования в контексте продовольственной безопасности Казахстана.

Цель работы: разработать научно обоснованные требования ландшафтного планирования экологически сбалансированного землепользования для пустынных природно-сельскохозяйственных систем (ПСС) Республики Казахстан (на примере Кызылординской области).

Полученные результаты:

1. Созданы схемы ландшафтного планирования (ЛП) для районов орошаемого земледелия и пастбищного животноводства Кызылординской области, позволяющие эффективно использовать земли сельскохозяйственного назначения всеми сельскохозяйственными формированиями области.

2. Разработаны научно обоснованные ландшафтно-экологические критерии сбалансированного землепользования. На основе методологических и методических положений по классификации и систематизации ландшафтов Кызылординской области, согласно степени их устойчивости к сельскохозяйственному воздействию, разработана матричная ландшафтная легенда по устойчивости ландшафтов для сбалансированного землепользования в зоне орошаемого земледелия.

3. Созданы карты сбалансированных сельскохозяйственных нагрузок на ПСС. Методической основой расчетов экологических параметров сбалансированной территориальной структуры землепользования ПСС стал ландшафтный подход, который позволил разработать картографические модели сбалансированных сельскохозяйственных нагрузок (структуры землепользования) на территорию трех массивов орошения – Кызылординский, Жанакоргано-Шыелыйский и Казалынский.

4. Созданы схемы ландшафтно-экологического каркаса для районов орошаемого земледелия и пастбищного животноводства Кызылординской области, которые содействуют решению фундаментальных научных проблем в области планирования и управления сельскохозяйственным производством.

5. Разработаны предложения по рациональному использованию ПСС и научно обоснованные требования по ландшафтному планированию, которые включают:

требования, касающиеся картографо-статистического анализа и оценки целевых ландшафтных карт аридной природно-сельскохозяйственной системы;

требования по разработке классификации ландшафтов аридных природно-сельскохозяйственных систем к степени устойчивости и их систематизации;

требования, направленные на сохранение ресурсовоспроизводящих и средовоспроизводящих функций ландшафтов, испытывающих сельскохозяйственное воздействие и развивающихся на общем фоне опустынивания;

требования к анализу внутренней структуры комплексов для установления взаимосвязей между компонентами и самими ландшафтами в рамках природно-сельскохозяйственной системы.

Полученные научные результаты направлены на повышение эффективности орошаемого земледелия и пастбищного животноводства в пустынной зоне Казахстана, увеличение доходности сельскохозяйственного производства и улучшение качества жизни населения. Эти результаты можно квалифицировать как крупное достижение в развитии конструктивного направления географии в области ландшафтного планирования, экологически сбалансированного землепользования и землеустройства для обеспечения продовольственной безопасности республики.

Внедрение результатов: схемы ландшафтного планирования для районов орошаемого земледелия и пастбищного животноводства Кызылординской области переданы в Общественный фонд «Фермер Казахстана» для детализации проблем орошаемого земледелия и отгонно-пастбищного животноводства фермерских хозяйств. По результатам исследований опубликованы 4 статьи, из них одна с ИФ.

Проект: Разработать схему организации устойчивого природопользования приграничной территории Казахстана в контексте трансграничного сотрудничества.

Цель работы: разработать схему организации устойчивого природопользования приграничной территории Казахстана на основе ландшафтно-экологической и социально-экономической оценки для гармонизации трансграничного сотрудничества и повышения уровня жизнеобеспеченности населения (на примере приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора).

Полученные результаты:

1. Разработан комплекс научно обоснованных требований к устойчивому природопользованию приграничного казахстанско-кыргызского сектора, который включает требования к устойчивому водопользованию, сельскохозяйственному землепользованию, промышленному и транспортному природопользованию, развитию системы расселения населения.

2. Разработана научно обоснованная схема организации природопользования в контексте международного сотрудничества, которая является важным инструментом развития региона, учитывает нормативно-правовые подходы приграничных государств по ключевым направлениям развития природопользования. Схема разработана с учетом увязки и координации текущих и долгосрочных отраслевых, региональных и межграничных аспектов развития трансграничного региона.

3. Установлены перспективные направления устойчивого природопользования, включающие: правовое урегулирование трансграничных экологических, социально-экономических проблем; разработку согласованных механизмов комплексного управления трансграничными водными ресурсами и мер по снижению их загрязнения; разработку комплекса мероприятий, направленных на экологически безопасное функционирование промышленных объектов и минимизацию воздействия промышленных отходов, в том числе радиоактивных; создание международной сети трансграничных ООПТ для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия; создание географической информационной системы (ГИС) для управления природопользованием, решения ландшафтно-экологических проблем с выделением приграничных блоков ГИС для Казахстана и Кыргызстана.

4. Создана карта природоохранных мероприятий для устойчивого развития территории приграничного казахстанско-кыргызского сектора с адресными рекомендациями.

Научные результаты направлены на повышение эффективности рационального природопользования, в том числе на увеличение доходности землепользования в приграничных хозяй-

ственных формированиях и стимулирование инициатив местного населения по развитию новых направлений развития хозяйства на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора. Внедрение результатов по установлению трансграничных экологических проблем природопользования в казахстанско-кыргызском секторе позволит объединить усилия для их решения путем разработки совместных научно-прикладных программ и повышения на этой основе уровня и качества жизни населения.

Внедрение результатов:

1. Методические основы ландшафтного картографирования для устойчивого природопользования приграничных территорий Казахстана внедрены в ТОО «КазНИИ животноводства и кормопроизводства».

2. Карта ландшафтно-экологического состояния приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора, выполненная в масштабе 1 : 1 000 000, внедрена в Казахском НИИ экономики АПК и развития сельских территорий МСХ РК.

3. Научно обоснованная схема организации природопользования приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора в контексте международного сотрудничества внедрена в ТОО «Экосервис-С».

По результатам исследований опубликованы 5 статей, из них 2 с ИФ.

Эколого-геоморфологическая оценка территории пригородной зоны г. Астаны в условиях агломерационного развития.

Цель работы: эколого-геоморфологическая оценка воздействия современных экзогенных процессов на организацию территории пригородной зоны г. Астаны в условиях активного агломерационного роста.

Полученные результаты:

1. Проведено эколого-геоморфологическое зонирование пригородной зоны г. Астаны. Определено, что здесь наибольшее развиты процессы плоскостной и линейной эрозии, дефляции. Выделены территории с преобладающей степенью развития эрозионных и дефляционных процессов, от слабой до сильной. К малоопасным в эрозионном плане относятся территории плоских и слабоволнистых водоразделов, плоские слаборасчлененные участки речных террас, к относительно эрозионно опасным – среднерасчлененные участки водораздельных поверхностей (денудационных равнин), придолинные территории. Эрозионно опасными районами являются самые расчлененные участки с густой сетью оврагов и балок.

2. Проведены анализ и картографирование основных природных факторов, способствующих развитию опасных экзогенных процессов пригородной зоны г. Астаны: климатических, геоморфологических, гидрологических, почвенно-растительных. Интегральная оценка факторов показала, что высокому риску развития комплекса процессов подвержена восточная часть исследуемой зоны от с. Приречное до с. Николаевка. Повышенная зона риска развития эрозионных и дефляционных процессов наблюдается к северу и востоку от Астаны. Остальная часть территории подвержена среднему риску развития эрозионных и дефляционных процессов.

3. Разработаны рекомендации по снижению воздействия опасных экзогенных процессов на устойчивое землепользование. Рекомендации учитывают площадное распространение и темпы развития опасных экзогенных процессов, среди которых наиболее развиты эрозионные и дефляционные.

Внедрение результатов: внедрены в обучающий процесс кафедры физической и экономической географии факультета естественных наук ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, получен акт внедрения, исх. № 12-53-215/319 от 15.10.2017 г.; а также они одобрены на заседании ДЧС г. Астаны, получена выписка из протокола № 13 от 14.04.2017 г. Опубликованы 4 работы, в том числе в журналах базы РИНЦ и Scopus.

Агроклиматические ресурсы Республики Казахстан в условиях изменения климата.

Цель работы: оценка современных агроклиматических ресурсов и районирование основных сельскохозяйственных культур по территории 6 областей (Северо-Казахстанская, Акмолинская, Костанайская, Павлодарская, Западно-Казахстанская, Актюбинская).

Полученные результаты:

1. Оценены агроклиматические ресурсы и биоклиматический потенциал территории 6 областей.
2. Проанализированы характеристики почвенного покрова.
3. Оценены неблагоприятные погодные явления (засуха, суховей, заморозки, метель, пыльная буря, гроза, град).
4. Проведено агроклиматическое зонирование территории областей.
5. Определены климатические сроки основных агротехнических мероприятий (начала весенних полевых работ и начала уборки урожая).
6. Проведено агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур (зерновые, зернобобовые, масличные, технические и овощные).
7. Составлены агроклиматические карты в масштабе 1 : 2 500 000.
8. Подготовлены научно-прикладные агроклиматические справочники по 6 областям, электронные варианты которых размещены на сайте ТОО «Институт географии».

Внедрение результатов: в виде агроклиматических карт они были внедрены в производственную деятельность управления агрометеорологического прогнозирования РГП «Казгидромет» МЭ РК. Данные карты размещены на сайте РГП «Казгидромет». Опубликованы 9 статей. Основными потребителями результатов проекта являются МСХ РК и его научные подразделения, РГП "Казгидромет" и его областные филиалы, областные управления сельского хозяйства, фермеры, вузы и страховые компании.

Научно-прикладные работы за 2017 г.

НТП «Интенсивные технологии животноводства» по проекту: «Разработка технологий улучшения и рационального использования пастбищ для развития отгонного животноводства» по мероприятию: «Устойчивое управление пастбищными ресурсами с использованием ГИС-технологий».

Цель работы: создание методологических и методических основ управления пастбищными ресурсами с использованием ГИС-технологий для повышения продуктивности пастбищ и обеспечения устойчивого пастбищного животноводства Республики Казахстан.

Полученные результаты:

1. Составлена база данных пастбищных ресурсов на территорию 14 областей Казахстана. Информационная база данных предназначена для сбора, хранения и получения информации по пастбищным ресурсам и включает массивы информации, основные характеристики, необходимые для обеспечения устойчивого развития животноводства. Представлена в виде таблиц, диаграмм, пояснительных записок, а также содержит векторные карты и космические снимки.

2. Подготовлены цифровые картографические модели на основе современных ГИС-технологий на территорию Казахстана в масштабе 1:1 500 000 с развернутыми легендами с привязкой к административным областям, районам и сельским округам, которые являются основным инструментом для устойчивого управления пастбищными ресурсами республики: кормовые ресурсы; обводнение пастбищ; породное районирование сельскохозяйственных животных; нагрузка сельскохозяйственных животных на пастбища; земельный запас для перспектив развития отгонного животноводства.

3. Разработаны требования к web-приложению «Интерактивные карты пастбищных ресурсов Казахстана».

Научные результаты направлены на обеспечение устойчивого управления пастбищными ресурсами Казахстана органами исполнительной власти различного уровня, всеми сельскохозяйственными формированиями республики. Применение картографических моделей с использованием ГИС-технологий содействует решению фундаментальных научных проблем в области управления животноводством, способствует развитию рентабельных сельскохозяйственных формирований, повышению уровня доходов населения, сохранению ландшафтного разнообразия, обеспечению сбалансированного функционирования пастбищных угодий Казахстана.

Внедрение результатов: интерактивные карты пастбищных ресурсов Казахстана направлены в МСХ РК для передачи их в областные акиматы республики. По теме исследования опубликованы 3 статьи.

НТП «Научно-техническое обоснование максимально возможных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана» 2015–2017 гг. Раздел «Физико-географическое и социально-экономическое обоснование максимально возможных вариантов Евразийского транзита через территорию Казахстана».

Цель работы: оценка рисков, связанных со строительством мультимодального транзитного коридора «порт Ляньюньган – Коргас и Достык – порт Актау – канал «Евразия» – черноморские порты России», научно обоснованные рекомендации для принятия решения о строительстве наиболее эффективных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана.

Полученные результаты:

1. Проведена оценка физико-географических рисков транспортного коридора «порт Ляньюньган–Коргас и Достык – порт Актау – канал Евразия» на казахстанском участке «Коргас и Достык – порт Актау». Риск воздействия физико-географических условий оценивался как возможность влияния опасных природных процессов или явлений на строительство и функционирование казахстанского участка мультимодального транспортного коридора. Для комплексной оценки риска проведен покомпонентный анализ природной среды, включающий оценку воздействия рельефа, климата, природных вод и почвенно-растительных условий.

2. Проанализированы количественные показатели, что позволило определить уровень риска воздействия каждого типа риска. На основе анализа компонентов физико-географических условий была проведена комплексная оценка влияния физико-географических условий на казахстанскую часть мультимодального транспортного коридора. Выделены 5 категорий по уровню риска воздействия физико-географических условий: высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий. На основании градации риска воздействия физико-географических условий составлена карта.

3. Результатом оценки риска воздействия физико-географических условий было районирование территории по уровню физико-географических рисков, для каждого уровня разработаны рекомендации по типам рисков и для комплекса физико-географических рисков в целом.

Внедрение результатов: данные исследований обсуждены и опубликованы в коллективной монографии «Rangel and salong the Silk Road», в материалах III международной конференции «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века», г. Казань, подготовлен доклад к 10-му Астанинскому экономическому форуму, опубликованы в научных журналах в изданиях РК. По результатам исследований подготовлены 5 публикаций.

Разработка паспортов уникальных природных объектов Мангыстауской области.

Цель работы: выявление, обследование, систематизация и оценка уникальных природных комплексов и объектов Мангыстауской области как основы экономически эффективного и экологически безопасного природопользования.

Полученные результаты:

- разработаны паспорта около 130 природных объектов и комплексов области;
- издана монография «Уникальный Мангыстау: настоящее и будущее» на трех языках;
- подготовлен 13-минутный научный фильм о природном и культурно-историческом богатстве области на трех языках;
- созданы туристские маршруты в 3D формате, загруженные на отдельно разработанном сайте.

Внедрение результатов: полученные результаты переданы в Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангыстауской области для целей рационального природопользования. Потенциальные потребители результатов НИР – административно-управленческие структуры, бизнес-структуры, неправительственные организации, специалисты разного профиля, ученые, преподаватели, PhD-докторанты, студенты, учителя и школьники.

Естественно-научное обоснование по расширению Сайрам-Угамского ГНПП.

Цель работы: разработать естественно-научное обоснование по расширению территории Сайрам-Угамского ГНПП.

Расширение природного парка содействует установлению коридора дикой природы, соединяющего миграционные маршруты архаров, кабанов, куланов и др. в Аксу-Жабаглинском госу-

дарственным заповеднике и Сайрам-Угамском национальном природном парке. Участки расширения будут обеспечивать охрану важных мест обитания эндемика Западного Тянь-Шаня – сурка Мензбира, мест с высоким ботаническим разнообразием со значительным числом эндемиков и редких видов, уникальных диких сородичей культурных растений.

Полученные результаты:

– проведена оценка уникальности, значимости и репрезентативности природных комплексов рекомендуемой территории для расширения Сайрам-Угамского ГНПП и расположенных на ней объектов (климат, рельеф, геология, поверхностные и подземные воды, почвы, растительный и животный мир);

– проведена оценка состояния социально-экономических условий исследуемой территории;

– проведена оценка состояния экологических систем и объектов государственного природно-заповедного фонда на рекомендуемой для расширения территории Сайрам-Угамского ГНПП; определены риски и угрозы для биоразнообразия, а также меры по его охране, защите, восстановлению и использованию;

– даны рекомендуемые границы, площади, а также функциональные зоны для расширения территории Сайрам-Угамского ГНПП, режимы их охраны и использования.

Внедрение результатов: полученные результаты переданы в Республиканское государственное учреждение «Комитет лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан» для прохождения государственной экологической экспертизы.

В области атласного картографирования географических систем национального, регионального и отраслевого уровней с использованием современных геоинформационных технологий Институтом географии были выполнены следующие научно-прикладные исследования:

Научно-прикладные работы за 2017 г.

Историческая интерактивная карта «Народ Казахстана».

Главная идея проекта – создание интерактивной исторической карты «Народ Казахстана» в целях реализации поручения Президента республики, данного им на XXV сессии Ассамблеи народа Казахстана. Электронная карта наглядно и детально покажет процесс консолидации всех национальностей на древней казахской земле с учетом особой государствообразующей миссии казахской нации.

Цель работы: разработать научную историческую интерактивную карту «Народ Казахстана» с мультимедийным приложением с использованием геоинформационных технологий.

Полученные результаты:

– цифровая картографическая основа информационно-картографической базы Республики Казахстан с векторными слоями основных и ключевых участков с использованием космических снимков, топографических карт на основе геоинформационных систем;

– тематические карты на основе систематизации и классификации данных посредством визуализации и отображения полученных результатов на интерактивной карте «Народ Казахстана».

Внедрение результатов: они переданы в Институт истории и этнологии имени Ч. Ч. Валиханова для создания научной исторической интерактивной карты «Народ Казахстана».

Разработка «Атласа озер».

Цель работы:

– создание картографо-аналитической базы данных озерного фонда Казахстана, содержащей комплект инвентаризационных и оценочных карт по тематическим направлениям:

– установить водно-ресурсный потенциал;

– определить гидробиологический потенциал;

– оценить гидрохимическое и токсикологическое состояние озер;

– определить туристско-рекреационный и оздоровительный потенциал озер;

– использование озер в целях водоснабжения населения, промышленности и сельского хозяйства, ведение рыбного хозяйства, развитие рекреации, туризма и бальнеологии.

Полученные результаты:

1) оценка водно-ресурсного потенциала озерного фонда по гидрологическим параметрам;

- 2) оценка водно-ресурсного потенциала озерного фонда по гидрохимическим и токсикологическим параметрам;
- 3) оценка гидробиологического ресурсного потенциала озерного фонда по параметрам биопродуктивности и биоразнообразия;
- 4) оценка туристско-рекреационного и оздоровительного ресурсного потенциала озерного фонда;
- 5) разработка комплекта тематических карт и базы данных по разделу «Ресурсный потенциал озерного фонда».

Для оценки водно-ресурсного потенциала озерного фонда по гидрологическим параметрам выполнялись водно-балансовые исследования для мониторинговых озер и озер площадью более 10 км². Основное внимание было уделено методам расчета и изучению структуры водных балансов.

По архивным и собранным материалам климатических и гидрологических параметров были проведены водно-балансовые расчеты за 1984–2015 гг. Дана оценка среднемноголетних характеристик водного баланса для 11 мониторинговых озер, а также выполнены расчеты среднемноголетнего водного баланса озер площадью более 10 км² за современный период (1984–2015 гг.) и их ежегодных значений по 144 озерам в разрезе ВХБ. Для плёсовых, пойменных, дельтовых и прибрежных озер расчеты водного баланса не проводились ввиду отсутствия измеренных данных наблюдений по некоторым элементам водного баланса.

При расчетах составляющих водного баланса озер исходными данными послужили картографические и архивные материалы (карты и атласы), а также многолетние гидрометеорологические наблюдения РГП «Казгидромет», которые включают гидрологические и метеорологические данные. По картам, построенным в изолиниях, средние значения осадков, стока или испарения для любых территорий определялись с помощью планиметрии. Полученные значения были приведены к многолетнему периоду по регрессионной связи с данными близлежащих метеостанций.

Качество вод оценивается согласно установленным нормативам, требованиям СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 «Вода питьевая» с учетом положений Постановлений Правительства РК от 23.01.2002 г., №93 «Об отраслевой программе "Питьевая вода"» и от 13.05.2008 г., №456 об утверждении Технического регламента «Требований к безопасности питьевой воды для населения». В целях сравнительной оценки применяется СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» с изменениями от 2010 года, который является основным нормативным документом, устанавливающим санитарно-эпидемиологические требования к качеству питьевой воды. Для оценки ирригационных качеств воды используются различные критерии согласно требованиям ГОСТа 17.2.03-90 «Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения».

Оценка гидрохимических и токсикологических параметров озер площадью свыше 10 км² проведена по водохозяйственным бассейнам (ВХБ) и озерам, где проводится государственный мониторинг.

В целом по гидрохимическому состоянию озер представлены материалы по следующим параметрам: рН, кислород, органические вещества, минерализация, ионный состав воды, биогенные вещества, тяжелые металлы, а также приведены расчетные характеристики по оценке питьевых и ирригационных качеств озерных вод.

Для оценки экологического и санитарного состояния проводится классификация по показателю растворенного в воде кислорода, значениям иона водорода (рН), органическим веществам, минерализации воды и величине жесткости воды, генетическим признакам, направлению метаморфизации состава озерных вод и по ирригационным качествам воды.

Водно-ресурсный потенциал по токсикологическим параметрам определялся по методу академика РАВН, д.т.н., профессора М. Ж. Бурлибаева. Многочисленными медико-биологическими и санитарно-эпидемиологическими исследованиями установлено преобладающее влияние на здоровье человека загрязняющих ингредиентов первого и второго классов опасности. Поэтому исходя из международных стандартов обеспечения качества здоровья и необходимости следования

принципу приоритета здоровья населения считаем весьма важным определением загрязненности поверхностных вод с учетом класса опасности загрязняющих веществ. В основу расчетов индекса загрязненности вод (КИЗВ_{КО}) с учетом класса опасности положены показатели, характеризующие различную степень опасности химических соединений для человека в зависимости от токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные побочные эффекты во взаимосвязи с лимитирующими показателями вредности.

Оценка водно-ресурсного потенциала озерного фонда по гидрохимическим и токсикологическим параметрам позволила установить экологическое и санитарное состояние озер, дала возможность рассмотреть пригодность водных ресурсов для питьевого и хозяйственно-бытового пользования, определить ирригационное качество воды и комплексно оценить загрязненность воды по токсичности.

Для оценки биопродуктивности озер использованы текущая промысловая рыбопродуктивность (уловы/площадь в га), общая рыбопродуктивность (ихтиомасса рыб/площадь в га) и потенциальная рыбопродуктивность при выполнении мероприятий по зарыблению.

Для оценки биологического разнообразия рыб применялись общее количество видов, индекс видового богатства (число видов, отнесенное к площади водоема) и индекс Шеннона-Уивера.

Из крупных рыбопромысловых озер международного и республиканского значения наиболее продуктивным в настоящее время является озеро Зайсан, наименее продуктивным – озеро Балкаш.

Для средних озер местного значения использованы текущая промысловая рыбопродуктивность (общий допустимый улов в кг/площадь в га) и потенциальная рыбопродуктивность при создании озерно-товарных хозяйств (продукция ценных видов рыб в кг/площадь в га).

Исходное биологическое разнообразие озер в настоящее время коренным образом изменено, и текущее биоразнообразие является составляющей двух факторов – исходного биоразнообразия и количества вселенных в процессе масштабных акклиматизационных работ видов рыб.

Оценка гидробиологического ресурсного потенциала по параметрам биопродуктивности и биоразнообразия позволила определить параметры биопродуктивности крупных и средних рыбопромысловых озер, потенциальную рыбопродуктивность озер местного значения при создании озерно-товарных хозяйств, оценить ихтиологическую биопродуктивность и биоразнообразие. Рассчитаны для крупных мониторинговых озер (международного и республиканского значения) общее количество видов и индекс Шеннона-Уивера (в качестве доли каждого вида рыб использована их численность по состоянию на 2016 год).

Для оценки туристско-рекреационных ресурсов климатических условий озер Казахстана выделены три интервала температур, согласно которым можно определить комфортность условий для развития того или иного вида туристской деятельности. Продолжительность периодов с комфортными диапазонами позволяет идентифицировать перспективные виды туризма вблизи объектов туристского интереса, а детальные диаграммы – выделить более благоприятные месяцы в зависимости от вида туристской деятельности и сориентироваться при долгосрочном планировании путешествия. Такого рода данные дают возможность сделать выводы о том, какой вид туризма необходимо развивать на исследуемой территории. Комплексная оценка климата позволяет более точно и четко определить благоприятный период.

Региональные особенности позволяют дифференцировать территорию Казахстана по степени рекреационно-эстетической привлекательности. Общими территориальными закономерностями восприятия характеристик ландшафтов являются их изменения в соответствии с широтно-зональными и провинциальными признаками.

В условиях отсутствия наблюдений за уровнем воды зеркала озер, многолетних или периодических исследовательских работ по более чем 99 % озер республики разработана методика определения среднегодовых значений площади зеркала озер, основанная на использовании наборов данных глобальных исследований поверхностных вод. Она позволила получить результаты для мониторинга всех озер Казахстана площадью зеркала более 1 км² с 1984 по 2015 год. Верификация полученных данных с данными мониторинговых озер показала допустимую ошибку и обосновала применение использованных методов получения данных для мониторинга и оценки межгодовой изменчивости площадей зеркала озер. Полученные мониторинговые данные по озерам свыше

10 км² (по состоянию на 2015 г.) были использованы для оценки водно-ресурсного потенциала озерного фонда Казахстана.

Анализ мониторинга данных по площади зеркала озер показал, что озера Казахстана имеют высокую степень изменчивости, что не позволяет четко провести градацию озер по площади зеркала. Результаты свидетельствуют о том, что почти у 50 % озер может существенно меняться площадь зеркала.

Созданная база данных содержит массив информации по озерам республики, в том числе данные по динамике озер, показателям водно-ресурсного потенциала, гидрохимическому и токсикологическому состоянию, гидробиологическому и туристско-рекреационному потенциалу озерного фонда.

Составлены тематические карты, характеризующие особенности территориального распределения факторов, определяющих природно-ресурсный потенциал озер.

Фундаментальное значение результатов научно-исследовательских работ заключается в выработке принципиальных подходов, теоретических концепций и методологии научного познания механизмов взаимодействия природы и общества с учетом региональных особенностей Казахстана в условиях современных глобальных изменений.

Результаты научных исследований использованы Министерством внутренних дел РК, Министерством иностранных дел РК, Комитетом по водным ресурсам МСХ РК при разработке межгосударственных соглашений РК с КНР по трансграничным водным ресурсам; при разработке Государственной программы по управлению водными ресурсами РК.

Результаты исследований рекомендуется применять для совершенствования республиканской нормативно-методической и информационно-аналитической, картографической базы рационального природопользования, в том числе при разработке схем землеустройства и землепользования; разработке природоохранных мероприятий; разработке схем обеспечения безопасности жизнедеятельности населения районах, подверженных опасным стихийным природным и техногенным явлениям; разработке бассейновых схем комплексного использования и охраны водных ресурсов; обосновании программ и проектов водоустройства экологически дестабилизированных регионов; обосновании режимов хозяйственной деятельности на водных объектах особого государственного значения.

Вклад бюджетных программ и проектов в долгосрочное экономическое и социальное развитие Казахстана выражается в повышении уровня экологической и водной безопасности и экономической эффективности использования природно-ресурсного потенциала республики в условиях рыночных отношений, снижении материального ущерба и предотвращении человеческих жертв на территориях, подверженных воздействию опасных природных явлений.

Фундаментальные результаты изучения по программе положены в основу выполненных институтом по хозяйственным договорам научно-прикладных исследований.

Свидетельством высокого научно-технического уровня проведенных исследований является активное участие в выполнении международных проектов, а также широкое представление результатов исследований на многих международных конференциях. За отчетный период исполнителями программ представлено 34 доклада на международных конференциях, в том числе 26 докладов в странах зарубежья и 8 докладов на конференциях в республике.

В 2017 г. сотрудниками института опубликованы 94 работы, в том числе 14 в странах дальнего зарубежья, 5 в странах ближнего зарубежья с импакт-фактором; 24 в республиканских изданиях; издано 12 монографий.

Соболезнование сотрудникам Института географии РК

Сообщество ученых и специалистов Российской Федерации – исследователей природных процессов на Земле – глубоко опечалено уходом из жизни 8 декабря 2017 года Евгения Николаевича Вилесова – одного из старейших и ведущих гляциологов и географов Республики Казахстан и стран СНГ, доктора географических наук, профессора кафедры географии, землеустройства и кадастра Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Становление Е. Н. Вилесова как гляциолога и географа началось с 1957 г. с участия в научных проектах, стационарных и экспедиционных работах Сектора (ныне – Института) географии Академии наук Казахской ССР. Большую роль в профессиональном росте Е. Н. Вилесова сыграли творческие контакты с такими выдающимися учеными, как академик АН КазССР Н. Н. Пальгов, академики РАН С. В. Калесник, Г. А. Авсюк, член-корр. РАН И. А. Зотиков, проф. А. Н. Кренке и многими другими специалистами. В Секторе географии развернулись широкие исследования ледников сначала по программам Международного геофизического года (МГГ, 1957–1959 гг.), затем Международного гидрологического десятилетия (МГД) и интернациональной программе изучения колебаний ледников. Е. Н. Вилесов активно включился в процесс исследований, изучал особенности диагенеза снежного покрова, температурный режим ледниковых толщ. В пяти заложенных на леднике Туюксу скважинах в Заилийском Алатау, одна из которых на глубине 53 м достигла донной морены, в течение трех лет было произведено более 85 тысяч измерений температуры льда на разных глубинах, что вдвое превысило число аналогичных измерений на всех других ледниках горных и полярных районов СССР. В 1962 г. впервые в мировой гляциологической практике Е. Н. Вилесов с коллегами осуществил бурение и термозондирование льда до глубины 10 м на самых высоких вершинах Заилийского Алатау, включая пик Талгар (4978 м). Три тома данных о температуре в толще льда вошли в анналы МГГ.

Итогом гляциологических исследований Е. Н. Вилесова стали капитальная монография «Оледенение Заилийского Алатау» (М., Наука, 1969, совместно с Н. Н. Пальговым, К. Г. Макаревичем и др.), а также защищенная им в 1969 г. в Институте географии АН СССР в Москве кандидатская диссертация «Тепловой режим ледников Заилийского Алатау». Кроме того, им было подготовлено и опубликовано семь частей «Каталога ледников СССР», охватывающих все горноледниковые бассейны Республики Казахстан – от Алтая и Саура до Западного Тянь-Шаня.

В 90-е годы и позднее Е. Н. Вилесов составил и реализовал исследовательскую программу «Аэрофототопографический мониторинг горных ледников и реакция оледенения Казахстана на изменения климата», защитил в 1997 г. в Институте географии МОН Республики Казахстан докторскую диссертацию «Эволюция внутриконтинентальной ледниковой системы в XX веке (на примере северного склона Заилийского Алатау)», опубликовал совместно с В. Н. Уваровым монографию «Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке». В 2013 г. вышла в свет работа Евгения Николаевича «Оледенение Джунгарского Алатау: прошлое, настоящее, будущее», а в 2016 г. – монография «Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана».

Е. Н. Вилесов участвовал с докладами на многих десятках международных конгрессов, всесоюзных и республиканских симпозиумов, конференций и семинаров. Он автор около 500 научных и методических трудов, в том числе 40 книг и брошюр, опубликованных в разных изданиях Республики Казахстан, ближнего и дальнего зарубежья, серии карт в Атласе Казахской ССР (М., 1982), Атласе снежно-ледовых ресурсов мира (М., 1997), Национальном атласе Республики Казахстан (2006), множества научно-популярных статей в периодической печати. Общий объем его научной продукции превышает 8000 страниц.

Евгений Николаевич награжден нагрудным знаком «Гляциология СССР», медалью «Ветеран труда», юбилейными медалями к 65-летию и 70-летию Победы в Великой Отечественной войне, юбилейной медалью к 80-летию КазНУ и нагрудным знаком «Почетный работник образования Республики Казахстан» и др. Его именем названы ледник в Киргизском хребте (бассейн р. Ала-медин) и гора на Южном Урале в Челябинской области.

Многолетние труды Евгения Николаевича Вилесова по организации и проведению стационарных и экспедиционных гляциологических исследований, научному обобщению и публикациям их результатов несомненно внесли основополагающий вклад в создание фонда гляциологических и географических знаний Республики Казахстан и будут всегда служить достойным для подражания примером для современного и будущих поколений исследователей природы.

*Котляков В. М.,
президент Гляциологической ассоциации,
академик РАН*

МАЗМҰНЫ
Мәселелері төтенше жағдайлар

<i>Таланов Е.А., Полякова С.Е., Болатов К.М., Никифорова Л.Н., Касенов М.К., Кисебаев Д.К.</i> Кіші Алматы өзені бассейніндегі мореналық көлдің бұзылу қатеріндегі гляциальді сел қатерінің сандық бағалауы.....	3
<i>Степанов Б.С., Яфязова Р.К.</i> Жаңа селдік парадигманың қалыптасуындағы толық ауқымды эксперименттердің ролі.....	10

Гидрология

<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Пузиков Е.М., Долбеешкин М.В., Поветкин Р.Д., Абдибеков Д.У., Толекова А.</i> 2050 жылы кезеңіне дейін Қазақстан Республикасын тұрақты сумен қамтамасыздандыру стратегиясы.....	18
--	----

Геоморфология және экзогендік үрдістер

<i>Вейсов С.К., Хамраев Г.О.</i> Қаракұм құмдары жағдайында автокөлік жолдарының құрылысы кезінде құм тоқтатқыш іс-шараларды жүргізу.....	47
<i>Халықов Е.Е., Тоғыс М.М., Уксукбаева С.А., Шарапханова Ж.М.</i> ГАЗ-технологиясын қолданумен Мұқыр өзені аңғарындағы жыралық эрозияның дамуын зерттеу.....	54

Гляциология

<i>Катица В.П., Шахгеданова М.В., Северский И.В., Медеу А.Р.</i> Landsat ғарыштық түсірілім пайдалану арқылы биік таулы Жетісу Алатау көлін түгендеу.....	65
--	----

Картография

<i>Годжаманов М.Г., Гарибова И.А.</i> Табиғатты қорғау картасының тақырыптық мазмұнына қойылатын талап.....	76
--	----

Рекреациялық география және туризм

<i>Майстер А.А.</i> Украина аумағының рекреациялық тұрғыда игерілгенділігі.....	82
<i>Егембердиева К.Б., Юшина Ю.А., Оразбекова К.С.</i> Туристік маршруттарды экологиялық туризмнің түрлері бойынша құрастырудың негізгі кезеңдері (Маңғыстау облысының мысалында).....	89

Ғылыми хабарлама

<i>Ниёзов Н.А.</i> Сарез көлінің пайда болу тарихы.....	99
---	----

Хроника

<i>Жданов В.В.</i> Қатысу тәжірибесі аймақтық көшкін конференцияның тау шаңғы базасында Жырғалан (Ыссык-көл облысы, Қырғызстан).....	102
---	-----

Зерттеу нәтижелері

<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Северский И.В., Толеубаева Л.С., Достай Ж.Д., Алимкулова С.К., Благовеценский В.П., Скоринцева И.Б., Акиянова Ф.Ж., Байшоланов С.С., Егембердиева К.Б., Токмагамбетова Р.Ю.</i> 2017 жылға дейін «География» ЖШС институттық-гранттық қаржыландыру және қолданбалы жұмыстар бойынша іргелі зерттеулердің нәтижелері.....	106
<i>Котляков В.М.</i> География институты қызметкерлерінің қайғы-қасіретіне ортақтасу.....	127

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*
Компьютерлік беттеген *Д. Н. Калкабекова*

Басуға 22.03.2018 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 8,4 п.л. Таралымы 300 дана.

СОДЕРЖАНИЕ

Проблемы чрезвычайных ситуаций

<i>Таланов Е.А., Полякова С.Е., Болатов К.М., Никифорова Л.Н., Касенов М.К., Кисебаев Д.К.</i> Количественная оценка гляциальной селевой опасности при прорыве моренного озера в бассейне р. Киши Алматы.....	3
<i>Степанов Б.С., Яфязова Р.К.</i> Роль полномасштабных экспериментов в становлении новой селевой парадигмы.....	10

Гидрология

<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Пузиков Е.М., Долбеешкин М.В., Поветкин Р.Д., Абдибеков Д.У., Толекова А.</i> Стратегия устойчивого водообеспечения Республики Казахстан на период до 2050 года.....	18
--	----

Геоморфология и экзогенные процессы

<i>Вейсов С.К., Хамраев Г.О.</i> Проведение пескоукрепительных мероприятий при строительстве автомобильных дорог в условиях пустыни Каракум.....	47
<i>Халыков Е.Е., Тогыс М.М., Уксукбаева С.А., Шарпаханова Ж.М.</i> Исследование развития овражной эрозии в долине реки Мукуыр с применением ГИС-технологий.....	54

Гляциология

<i>Капица В.П., Шахгеданова М.В., Северский И.В., Медеу А.Р.</i> Инвентаризация высокогорных озер Жетысу Алатау с использованием космических снимков Landsat.....	65
---	----

Картография

<i>Годжаманов М.Г., Гарибова И.А.</i> Требования к тематическому содержанию карт охраны природы... 76

Рекреационная география и туризм

<i>Майстер А.А.</i> Рекреационная освоенность территории Украины.....	82
<i>Егембердиева К.Б., Юшина Ю.А., Оразбекова К.С.</i> Основные этапы разработки туристских маршрутов по видам экологического туризма (на примере Мангыстауской области).....	89

Научные сообщения

<i>Ниёзов Н.А.</i> История возникновения Сарезского озера.....	99
--	----

Хроника

<i>Жданов В.В.</i> Опыт участия в региональной лавинной конференции на горнолыжной базе «Жыргалан» (Иссык-Кульская область, Кыргызстан).....	101
--	-----

Результаты исследований

<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Северский И.В., Толеубаева Л.С., Достай Ж.Д., Алимкулова С.К., Благоевещенский В.П., Скоринцева И.Б., Акиянова Ф.Ж., Байшиоланов С.С., Егембердиева К.Б., Токмагамбетова Р.Ю.</i> Результаты фундаментальных исследований по программно-целевому и грантовому финансированию и прикладных работ ТОО «Институт географии» за 2017 год.....	106
<i>Котляков В.М.</i> Соболезнование сотрудникам Института географии РК (Вилесов Евгений Николаевич).....	127

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

Подписано в печать 20.03.2018.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 8,4 п.л. Тираж 300.

CONTENTS

Problems of emergency situations

- Talanov Ye.A., Polyakova S.Ye., Bolatov K.M., Nikiforova L.N., Kassenov M.K., Kisebayev D.K.*
Quantitative assessment of glacial mudflow risks in a moraine lake outbrake in the Kishy Almaty river basin.....3
- Stepanov B. S., Yafyasova R. K.* The role of full-scale experiments in the formation
of the new debris flow paradigm..... 10

Hydrology

- Medeu A.R., Malkovsky I.M, Toleubaeva L.S., Tairov A.Z., Sorokina T.E., Puzikov E.M.,
Dolbeshkin M.V., Povetkin R.D., Abdibekov D.U., Tolekova A.* Sustainable water supply strategy
of Kazakhstan for the period up to 2050..... 18

Geomorphology and exogenous processes

- Veisov S.K., Hamrayev G.O.* Sand consolidation measures by the building of Highways in conditions
of Karakum desert..... 47
- Khalykov E. E., Togys M. M., Uxukbayeva S. A., Sharapkhanova Zh. M.* Study of the development
of gully erosion in the valley of the river Mukyr using GIS technology..... 54

Glaciology

- Kapitsa V., Shahgedanova M., Severskiy I.V., Medeu A.R.* Inventory of high mountain lakes
in the Zhetysu Alatau using Landsat Imagery..... 65

Cartography

- Gojamanov M. H., Garibova I. A.* Requirements for the thematic contents of maps for the nature
protection..... 76

Recreational geography and tourism

- Maister A. A.* Recreational Development of Ukraine Territory..... 82
- Yegemberdiyeva K. B., Yushina Yu. A., Orazbekova K.S.* Main stages of tourist routes development
for different types of environmental tourism (on the example of the Mangystau Region)..... 89

Expeditionary researches

- N.A. Niyozov* History of genesis of the Sarez Lake..... 99

Chronicle

- Zhdanov V.V.* Experience of participation in the regional avalanche conference on the skiing base
Zhirgalan (Issyk-Kul Region, Kyrgyzstan)..... 101

Research results

- Medeu A.R., Mal'kovskij I.M., Severskiy I.V., Toleubaeva L.S., Dostaj Zh.D., Alimkulova S.K.,
Blagoveshhenskij V.P., Skorinceva I.B., Akijanova F.Zh., Bajsholanov S.S., Egemberdiya K.B.,
Tokmagambetova R.Ju.* Results of fundamental research on program-target and grant financing and
applied works of Institute of Geography LLP for 2017..... 106
- Kotlyakov V.M.* Condolences to the team of the Institute of Geography of the Republic of Kazakhstan..... 127

Editor T. N. Krivobokova

Makeup on the computer of *D. N. Kalkabekova*

Passed for printing on 20.03.2018.3

Format 60x88¹/₈. Offset paper.

Printing – risograph. 8,4 pp. Number of printed copies 300.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку через межстрочный интервал 1,0 и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы нумеруются. Материал статьи – текст, включая аннотации на казахском, русском и английском языках, рисунки, таблицы, список литературы, оформляются одним файлом. Объем статьи со всеми структурными элементами не должен превышать 50 000 знаков с пробелами (до 12 стр.), других материалов – 20 000 знаков с пробелами (до 4 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); через один интервал инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «начинать с прописных», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); через один интервал 5–7 ключевых слов (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»), сортированных по алфавиту, на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10); через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

Основной текст разбивается на структурные элементы: введение, постановка проблемы, методика исследований, источники данных, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы), источник финансирования исследований (при необходимости), список литературы. Перед списком литературы может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь. Не общепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 11.

Под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» приводится список источников, на которые есть ссылки в тексте. Литература приводится в алфавитном порядке: сначала на русском языке, затем на казахском и иностранная (абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 9). В тексте ссылки на номера списка даются в квадратных скобках. Запись каждой библиографической ссылки в списке начинается с ее порядкового номера в тексте: «[1] Петрова С.Н. Научно-исследовательская деятельность ...»). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Через один интервал под заголовком «REFERENCES» дается перевод списка литературы на английский язык, если статья на русском или казахском языках, или под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» – на русский язык, если статья на английском языке.

Далее следуют резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – требуются казахский и английский переводы; на *английском языке* – требуются казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленными на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: название статьи; инициалы и фамилии всех авторов через запятую (после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»); аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы следующим образом: в тексте – «... в соответствии с таблицей 1 ...»; в конце предложения – «... (таблица 1)». Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть преимущественно черно-белые, а их общее количество не превышать 5. Они должны быть вычерчены электронным образом и не перегружены лишней информацией. В статье на все рисунки должны быть даны ссылки следующим образом: в тексте – «... в соответствии с рисунком 1 ...»; в конце предложения – «... (рисунок 1)». Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственное название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км²» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, чёрно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее и внешнее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (например, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

Адрес редакции журнала «Вопросы географии и геоэкологии»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина / Кабанбай батыра, 67/99,

ТОО «Институт географии».

Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102

E-mail: ingeo@mail.kz и geography.geoeology@gmail.com

Сайт: <http://www.ingeo.kz>