

Список использованных источников

1. Карпенко Н.П. Комплекс мероприятий и методов по обеспечению безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений. – Труды XXIII международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем», декабрь 2015г. – М.: РГГУ, 2015 – С. 440–444.
2. Карпенко Н.П. Оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод малых рек Московской области для решения проблем экологической реабилитации водных объектов. – Материалы международного научного форума «Проблемы управления водными и земельными ресурсами». – Москва, 30 сентября 2015. Часть 1. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – С. 3-12.
3. Реабилитация реки Яуза на территории городского округа Мытищи http://www.mosoblduma.ru/Press_centr/news/item/64857(дата обращения 28.08.2019).

УДК 502/504:631.6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ШУ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л.В. Кирейчева¹, А.Т. Козыкеева², Ж.С. Мустафаев², С.Д. Даулетбай³

¹ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва, Россия;

² НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан;

³Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Актуальность проблемы. Важнейший аспект устойчивого развития Казахстана - эффективность использования водных ресурсов трансграничных рек, так как основные водные ресурсы формируются за пределами страны. В связи с получением суверенитетов республиками Центральной Азии изменилась геополитическая ситуация, административные границы между отдельными советскими республиками трансформировались в межгосударственные, в результате чего бассейны многих рек оказались на территории разных государств, проводящих собственную стратегию использования водных ресурсов. В связи с этим при использовании и охране трансграничных водных объектов государств Центральной Азии остаются нерешенными многие вопросы, определяемые трансграничным характером водных бассейнов.

Типичный в этом отношении трансграничный бассейн реки Шу, расположенный в пределах Кыргызской Республики и Республики Казахстан, где существенно изменилась эколого-географическая ситуация на приграничных территориях: управление и охрана трансграничных водных ресурсов привели к возникновению комплекса проблем использования водных ресурсов, а также к связанным с ними вопросам управления экологическими рисками.

Важнейшим фактором развития экологических проблем в пределах трансграничного бассейна реки Шу является интенсивное хозяйственное освоение региона. Агропромышленное водопотребление в пределах речного бассейна Шу проявляет себя как мощный фактор, определяющий безвозвратные потери стока, а промышленное водоотведение - как опаснейший источник загрязнения.

Экологические проблемы, проявляемые в пределах трансграничного бассейна реки Шу, можно условно разделить на две группы. Первая группа, объединяющая проблемы, определяемые фоновыми природными условиями, характеризуется общностью пространства, то есть прямое управление ими не требует решений на уровне межгосударственных структур в силу глобального (с изменением климата) характера. Ко второй группе относятся экологические проблемы, определяемые природными и природно-техногенными процессами, реализация которых в пределах одного из субъектов приграничья способна привести к отрицательным последствиям в пределах другого. Общими в пределах рассматриваемых объектов являются проблемы маловодья, истощения водно-биологических ресурсов и загрязнения поверхностных вод, и на их основе их можно более подробно остановиться на факторах, определяющих экологические проблемы трансграничного бассейна реки Шу.

Цель исследований – на основе системного анализа многолетних материалов по использованию земельных и водных ресурсов мелиорации сельскохозяйственных земель прогнозировать экологическую ситуацию водосбора реки Шу.

Материалы и методы исследования. На основе экологического районирования ландшафтно-географических зон оценена почвенно-экологическая обстановка ландшафта или агроландшафта с использованием методологического подхода И.П. Айдарова и В.Х. Хачатурьяна [1], Ж.С. Мустафаева и А.Т. Козыкеевой [2], вытекающих из фундаментальных природных законов и, прежде всего, законов сохранения вещества и энергии, изменение которых вызвано антропогенными факторами. Антропогенные факторы зачастую оказывают негативные воздействия на человека, на условия его жизни и состояние здоровья.

Для оценки экологического состояния природной системы необходима обобщенная оценка спектра биологических откликов живого организма (человека) в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды. Наиболее перспективным в этом отношении представляется принцип формирования обобщенных оценок спектра биологических откликов в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды, разработанный Ж.С. Мустафаевым [3; 4] для количественной оценки экологической ситуации природной системы, предложенный на основе принципов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (таблица 1).

Таблица 1 – Количественная оценка экологической ситуации природной среды

Индекс градации	Характер биологического отклика	Уровень опасности	$\bar{Э}_k$
0	Смерть	Чрезвычайно опасно	1.0
1	Наличие заболевания организма	Очень опасно	0.64-0.80
2	Наличие физиологических признаков болезней	Умерено опасно	0.48-0.64
3	Наличие физиологических и других сдвигов	Мало опасно	0.32-0.48
4	Появление химических веществ в органах и тканях, не вызывающих каких-либо сдвигов	Условно опасно	0.16-0.32
5	Отсутствие признаков неблагоприятного влияния	Неопасно	0.16

Наличие этих общих закономерностей позволяет проанализировать сложившуюся обстановку и тенденцию ее изменения в перспективе, а следовательно, наметить основные принципиальные пути решения проблем.

На основе предложенного методологического подхода оценки состояния природной системы, экологическое районирование ландшафтно-географических зон можно произвести по приведенным коэффициентам негативной реакции на техногенные воздействия (NR – для человека; Pr – для среды обитания): $\overline{NR} = NR / NR \max$; $\overline{Pr} = Pr / Pr \max$.

Величина \overline{NR} и \overline{Pr} изменяется от 0 до 1, причем возрастание коэффициентов свидетельствует об ухудшении ситуации.

Приближенные зависимости для оценки этих параметров имеют вид [1]:

$$\overline{NR} = \left(\frac{\sum_1^i \overline{D}_i \cdot q_x}{1} \right) \frac{\sum_1^i E_i(r)}{1}; \quad \overline{Pr} = \left(1 - \frac{\overline{D}_{bb}}{\overline{D}_{pb}} + q_x \right) \frac{\sum_1^i \beta^* \overline{E}_i(k)}{1},$$

где: \overline{D}_i - включает заражение воздуха дефолиантами, использование подземных вод, загрязненных ядохимикатами, на питьевое водоснабжение и ухудшение качества воздуха при наличии в зоне техногенных выбросов от промышленных объектов; \overline{D}_{pb} - использование на орошение речных вод; \overline{D}_{bb} - использование на орошение возвратных вод; \overline{E}_i - частные параметры ухудшения свойств компонентов (для человека это - динамика болезней, связанных с потреблением загрязненной воды и заражением воздуха - $\overline{E}_i(r)$, для почвы и сельскохозяйственных культур – содержание в почве токсичных солей, для грунтовых вод – повышение их минерализации и уровня - $\overline{E}_i(k)$; β^* - поправочный коэффициент (для почв и грунтовых вод $\beta^* > 1$, сельскохозяйственных культур $\beta^* = 1$); q_x - интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почвы и грунтовые воды.

Величины $\overline{E}_i(k)$ оцениваются по формуле: $\overline{E}_i(k) = F_o(k) / F_i(k)$, где: $F_o(k)$ и $F_i(k)$ - площади, характеризующие свойства компонентов (засоление, уровень грунтовых вод и др.) природной системы соответственно в t_i и t_o .

Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды (q_x^{26}) и в почву (q_x^n) оцениваются по эмпирическим зависимостям [1]:

$$q_x^{26} = 1 - q_x^n; \quad q_x^n = \exp[-(\alpha \cdot \overline{g} + 1 / R\phi)],$$

где: α - постоянная, зависящая от вида ядохимикатов; \overline{g} - интенсивность инфильтрационного питания (в долях от нормы); $R\phi$ - инфильтрационное сопротивление.

Оценку экологического состояния объекта приближенно можно выполнить, используя имеющуюся проработку [1], по зависимости:

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

где: p_i - параметр, характеризующий комплекс природных условий.

Результаты исследования. Экологическое состояние ландшафтов в зависимости от высотной отметки поверхности земли бассейна реки Шу во временном масштабе представлено в таблице 2 и составленная на их основе карта-схема экологического районирования показывает, что их постепенное ухудшение тесно связано с усилением антропогенной деятельности человека [5-9].

Таблица 2 - Экологическое районирование бассейна реки Шу

№	Показатели	Природные зоны и ландшафтные катены			
		горный (элюви- альная)	предгор- ный (транс- элюви- альная)	предгор- ный рав- нинный (трансак- вальная)	равнин- ный (супер- акваль- ная)
В естественных условиях (1920 г.)					
1	Общая площадь ландшафтов (F), млн. га	15.00	20.80	25.78	138.78
2	Площадь освоенных ландшафтов (F_o), тыс. га	-	2.08	2.57	13.88
3	Гидротермический коэффициент («индекс сухости» - \bar{R})	0.52-1.16	1.16-1.61	1.7-4.8	7.1-12.6
4	Интенсивность кругооборота воды ($\bar{g} = \exp(-1.5 \cdot \bar{R})$)	0.2837	0.25160	0.03877	0.00005
5	Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву (q_x^n)	0.5326	0.63780	0.91390	0.95120
6	Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды (q_x^2)	0.4674	0.36220	0.08100	0.04880
7	Доля освоенных ландшафтов ($E_{i(k)} = F_o / F$)	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
8	Коэффициент негативной реакции человека на техногенные воздействия (\overline{NR})	0.3200	0.16000	0.16000	0.32000
9	Коэффициент негативной реакции среды обитания на техногенные воздействия (\overline{nr})	0.1600	0.16000	0.16000	0.16000
10	Оценка экологического состояния объекта - $\bar{\mathcal{E}} = 1 - q_x^n$	0.4674	0.36220	0.08100	0.04880
11	Объем сбрасываемых сточных вод в реку (W_g), км ³	0.000	0.000	0.115	0.327
12	Объем речных вод (W_p), км ³	0.851	1.328	1.151	1.637

№	Показатели	Природные зоны и ландшафтные катены			
		горный (элюви- альная)	предгор- ный (транс- элюви- альная)	предгор- ный рав- нинный (трансак- вальная)	равнин- ный (супер- акваль- ная)
13	Доля объема возвратных вод, сбрасываемых в реку ($V_{\text{в}}$)	0.00	0.00	0.10	0.20
14	Минерализации возвратных вод ($C_{\text{в}}$), г/л	0.00	0.00	1.00	1.50
15	Степень ухудшения экологической обстановки ($\bar{\mathcal{E}} = 1 - \exp(-q_x^n \cdot C_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}})$)	0.16	0.16	0.20	0.20
В антропогенных условиях (2018 г.)					
1	Общая площадь ландшафтов (F), млн. га	15.00	20.80	25.78	138.78
2	Площадь освоенных ландшафтов ($F_{\text{о}}$), тыс. га	-	33.10	69.35	39.42
3	Гидротермический коэффициент («индекс сухости») - \bar{R}	0.52-1.16	1.16-1.61	1.16-0.90	0.70-0.90
4	Интенсивность кругооборота воды ($\bar{g} = \exp(-1.5 \cdot \bar{R})$)	0.28370	0.25160	0.35700	0.44930
5	Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в почву (q_x^n)	0.53260	0.63780	0.67030	0.60650
6	Интенсивность поступления ядохимикатов и нитратов в грунтовые воды ($q_x^{\text{г}}$)	0.46740	0.36220	0.32970	0.39350
7	Доля освоенных ландшафтов ($E_{i(k)} = F_{\text{о}} / F$)	0.0000	0.0016	0.0026	0.0003
8	Коэффициент негативной реакции человека на техногенные воздействия (\bar{NR})	0.3200	0.16000	0.62000	0.75000
9	Коэффициент негативной реакции среды обитания на техногенные воздействия (\bar{nr})	0.1600	0.16000	0.52000	0.65000
10	Оценка экологического состояния объекта- $\bar{\mathcal{E}} = 1 - q_x^n$	0.4674	0.36220	0.32970	0.39350
11	Объем сбрасываемых сточных вод в реку ($W_{\text{в}}$), км ³	0.000	0.089	0.600	0.105
12	Объем речных вод ($W_{\text{р}}$), км ³	0.747	0.448	1.536	0.703

№	Показатели	Природные зоны и ландшафтные катены			
		горный (элюви- альная)	предгор- ный (транс- элюви- альная)	предгор- ный рав- нинный (трансак- вальная)	равнин- ный (супер- акваль- ная)
13	Доля объема возвратных вод, сбрасываемых в реку (V_B)	0.00	0.20	0.40	0.15
14	Минерализация возвратных вод (C_B), г/л	0.00	0.90	1.80	2.90
15	Степень ухудшения экологической обстановки ($\bar{\mathcal{E}} = 1 - \exp(-q_x^n \cdot C_B \cdot V_B)$)	0.16	0.44	0.56	0.97

Как видно из таблицы 2, коэффициент негативной реакции человека на техногенные воздействия (\overline{NR}) в период 1920 - 2000 гг. в горной зоне бассейна реки Шу не изменяется, а в равнинных зонах - от 0.1600 до 0.3200 и коэффициент негативной реакции среды обитания на техногенные воздействия (\overline{nr}) варьирует от 0.1600 до 0.6500.

Степень ухудшения экологической обстановки в речных бассейнах ($\bar{\mathcal{E}}_K$) в период 1920 - 2000 гг. в горной зоне не наблюдается, а в равнинной зоне изменяется от 0.2000 до 0.9700, что показывает сильное влияние антропогенной деятельности на состояние природной системы в низовьях бассейна реки Шу.

Таким образом, приоритетность природопользования и природообустройства в бассейне реки Шу в перспективе должна определяться на основе комплексной и многоплановой оценки природно-деятельностной системы для повышения уровня рационального использования водного и земельного ресурсов. При этом возможное преобразование природной системы в бассейне реки Шу во многом зависит от географического положения, способности ландшафта противостоять антропогенной нагрузке, целесообразности регулирования биологического и геологического круговоротов для поддержания экологического равновесия.

Представленные индикаторы и факторы, характеризующие природно-техногенное состояние, отражают наличие в бассейне реки Шу экстремальных ситуаций экологического характера, которые требуют сбалансированного решения в экономической, организационной, нормативно-правовой и научно-исследовательской сфере, а их трансграничный характер предьявляет особые требования к институциональным механизмам их обеспечения.

Важное место в решении трансграничных проблем международных бассейнов занимает академическая наука, участвуя в исследовании процессов формирования и использования водных ресурсов бассейна реки Шу, разработке моделей совершенствования управления водопользованием в изменяющихся геополитических, природно-климатических и социально-экономических условиях,

обеспечивающих разработку единой программы комплексного обустройства водосборов с учетом экологического состояния региона.

Список использованных источников

1. Карпенко Н.П. Комплекс мероприятий 1. Хачатурьян В.Х., Айдаров И.П. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря // Мелиорация и водное хозяйство. - 1990. - №12. - С. 5-12; 1991. - №1. - С. 2-9.
2. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. О методике экологической оценки природной среды // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане / Труды КазНИИВХ. - Алматы: РНИ «Бастау», 1997. - С. 128-133.
3. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель.- Алматы: Гылым, 1997.-358 с.
4. Мустафаев Ж.С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель.-Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016.- 378 с.
5. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Даулетбай С.Д. Моделирование функционирования водосборов бассейна реки Шу при комплексном обустройстве // Гидрометеорология и экология, 2014.- №2.- С.111-122.
6. Кирейчева Л.В., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Комплексное обустройство реки Шу.- Saarbrücken: LambertAcademicPublishing, 2016. - 149 с.
7. Кирейчева Л.В., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Повышение экологической устойчивости водосборов бассейна реки Шу при их комплексном обустройстве // Международный научный журнал. – Москва, 2016.- №1.-С.47-52
8. Кирейчева Л.В., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Оценка экологической устойчивости водосборов в бассейне реки Шу при их комплексном обустройстве //Международный научно-исследовательский журнал. - Екатеринбург, 2015. № 9 (40).-часть 3.-С. 23-26.
9. Козыкеева А.Т., Кирейчева Л.В. Даулетбай С.Д. Оценка экологической устойчивости водосборов бассейна реки Шу // Исследования, результаты.-Алматы, 2015. -№04(068).- С.125-132.

УДК 631.413.3

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ (КЫЗЫЛОРДИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Л.В.Кирейчева¹, Ж.С. Мустафаев², А.Т. Козыкеева², Л.К. Жусупова³,
К.Б. Абдешев⁴**

¹ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва, Россия;

² НАО «Казахский национальный аграрный университет», г. Алматы, Казахстан;

³Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата, г. Кызылорда, Казахстан;

⁴Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан

Актуальность. Река Сырдарья берет начало при слиянии Нарына и Карадарьи. Нарын берет начало в юго-восточной части Семиреченской области из ледников и озер на высоких нагорьях (сыртах) Тянь-Шаня на высоте около 3 750 м над уровнем моря, а отметки устья реки Сырдарья вблизи Аральского моря, то есть на территории Кызылординской области около 181 м. Следовательно все геохимические потоки подземных вод, формирующихся на территориях Кыргыз-