



Антонина Царегородцева

Гидроэкология поймы реки Иртыш

Казахстанская часть

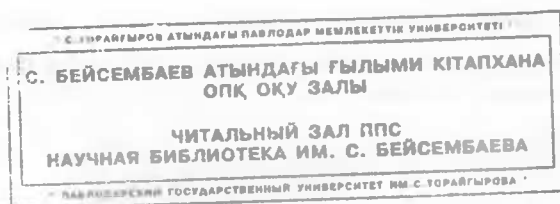
50(574)
418

Антонина Царегородцева

Гидроэкология поймы реки Иртыш

Казахстанская часть

дар автора
преп. ПГУ



LAP LAMBERT Academic Publishing

Impressum / Выходные данные

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:

LAP LAMBERT Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

OmniScriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: info@lap-publishing.com

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

ISBN: 978-3-659-69474-5

Zugl. / Утверд.: Pavlodar, S.Toraighyrov Pavlodar State University, Diss., 2004

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2015 OmniScriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2015

Содержание

1	Закономерности модификаций пойменных ландшафтов Павлодарского Прииртышья при зарегулировании стока реки	3
1.1	Состояние изученности экологической устойчивости Павлодарского Прииртышья	5
1.1.1	История развития исследований	5
1.1.2	Гидрометеорологическая и гидрогеологическая изученность	7
1.1.3	Гидроэкологическая изученность	10
1.2	Факторы, определяющие экологическую устойчивость территории	11
1.2.1	Стокообразующие факторы	11
1.2.2	Факторы подстилающей поверхности	18
1.3	Экологическое состояние пойменных ландшафтов р. Иртыш	28
1.4	Поймообразование. Руслый процесс	31
2	Антропогенная трансформация гидрологического режима р.Иртыш	35
2.1	Природные условия поймы р. Иртыш	35
2.2	Оценка влияния водохозяйственного строительства на водный режим реки	39
2.3	Оценка влияния водохозяйственного строительства на гидрохимический режим реки	50
3	Биопродуктивность пойменных ландшафтов после строительства каскада водохранилищ	55
3.1	Влияние гидрометеорологических факторов на биопродуктивность	55
3.2	Водный режим реки	55
3.3	Загрязнение стока реки	61
4	Разработка комплекса управленческих мероприятий по	63

	стабилизации экосистемы Павлодарского Прииртышья на основе ландшафтного картирования	
4.1	Современное состояние геоэкологической устойчивости природно-хозяйственной системы Павлодарского Прииртышья	63
4.1.1	Антропогенные модификации пойменных ландшафтов	72
4.1.2	Районирование территории по уровню устойчивости к антропогенным воздействиям	77
4.2	Мероприятия по стабилизации геоэкологического состояния пойменной экосистемы	81
5	Закономерности устойчивого состояния русла р. Иртыш	87
5.1	Строение русла реки Иртыш	87
5.2	Факторы, определяющие устойчивость русла реки Иртыш	91
5.3	Изученность русловых процессов в долине реки Иртыш	95
	Литература	97

1 Закономерности модификаций пойменных ландшафтов Павлодарского Прииртышья при зарегулировании стока реки

При рассмотрении вопроса о закономерностях экологической устойчивости природно-технических комплексов возникает ряд вопросов, которые требуют внимательного их изучения. Введенный в 1939 г. немецким ученым К. Троллем термин “геоэкология” в дальнейшем рассматривался многими учеными мира [1–4] появились различные синонимы применительно к термину геоэкологии, например, “ландшафтная экология”, “географическая экология” и т.д.

Геоэкология (ландшафтная экология) – это раздел географии, изучающий экологические особенности географических (природно-антропогенных) систем высокого иерархического уровня (физико-географических зон, провинций, ландшафтов) с целью обеспечения оптимального использования природных ресурсов и сохранения здоровой экологической среды [2]. То есть, геоэкология является связующим звеном между такими науками, как география и экология. Это находит отражение и в трудах Бельгибаева М. Е. “... геоэкология исследует структуру, функционирование и эволюцию открытых динамических систем – ландшафтов (экосистем): обмен веществ, влияние и взаимосвязь компонентов ландшафта с биотой, биомассой и биологической продуктивностью, связанных с зональной абиотической средой и влиянием антропогенных факторов на среду обитания с учетом биологического (биотического) и биохимического круговоротов (от ландшафта до географической оболочки) и биосферы в целом...” [4]. Центральное место в составе геоэкологии отведено понятию “экологическая устойчивость”. Понятие “устойчивое развитие”, введенное на Всемирной конференции в г. Рио-де-Жанейро (1992 г.), не имеет точного определения и трактуется учеными по-разному. Что же принимается под “экологическим устойчивым развитием” и каковы критерии для его определения, волнует многих исследователей в современном мире. Так, Ф. Реймерс под экологической устойчивостью трактует способность экосистемы сохранять свою структуру и

функциональные особенности при воздействии внешних (и внутренних для глобальных систем) факторов. Указывается, что понятие “экологическая устойчивость” является синонимом стабильности (т.е. способность противостоять внутренним абиотическим и биотическим факторам среды включая антропогенные воздействия) [3]. Ссылаясь на Исаченко А. Г. и Преображенского В. С., Бельгибаев М. Е. указывает, что устойчивость ландшафтов и экосистем определяется биологической продуктивностью, как одного из важного биотического потенциала ландшафта [4].

Понятие экологической устойчивости, приравненное к гомеостатичности по А. Д. Арманду, также понимается как способность геосистемы возвращаться в исходное состояние после внутренних и внешних воздействий, то есть процесс восстановления [5]. Разработанная Организацией по Экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) структура PSR, в которую включен экономический индикатор устойчивого развития, состоит из трех основных частей: Нагрузка – Состояние – Реакция. «Нагрузка» включает индикаторы, показывающие антропогенное воздействие на окружающую среду. «Состояние», определяет индикаторы происходящих тенденций в окружающей среде. «Реакция» содержит индикаторы, относящиеся к количественным аспектам предпринимаемых действий на деградацию окружающей среды [6].

Автором предложено вести в состав структуры понятие «адаптация», которое содержит индикаторы, относящиеся к качественным аспектам действий по стабилизации геосистемы, показывающей плавное изменение ее, то есть способность приспосабливаться к изменившимся условиям, не теряя качественных и количественных данных на протяжении определенного отрезка времени.

Исследования М. Ж. Бурлибаева по определению устойчивости речной системы в условиях детерминированности показали, что “стохастическая природа стокообразования, в основном определяющая равновесие развития экосистемы, сводит на нет принципы автоматического восстановления первоначального

состояния системы, как отклик на воздействие возмущающего фактора. Понятие «устойчивости» (в отношении речной экосистемы) М. Ж. Бурлибаевым трактуется как “внутренняя самоорганизация системы по преодолению адаптационного синдрома, в виде видоизменяющегося отклика на воздействия возмущающих внешних факторов, то есть гидрологического, гидрохимического и т.д. режимов” [7, 8]. И опять указывается на такое условие «устойчивости», как адаптация экосистемы. Для того чтобы не получилось “миража устойчивого развития” [9], необходим поиск решения задач по изучению параметров установления стабильности в экосистеме в лабораторных условиях, которые применительно к природным условиям положительно проявлялись бы на протяжении определенного отрезка времени. Так как мы рассматриваем понятие экологической устойчивости применительно к водным ресурсам, то будет уместно сказать, что решением проблем в данном направлении занимается такая составная часть геоэкологии, как “гидроэкология”. Этот термин введен Турсуновым А.А. в 1990 г. на 1 съезде Гидроэкологов СССР в Москве, где под гидроэкологией понимается часть экологии, изучающая водные экосистемы, их структуру и функционирование, включая абиотические и биотические компоненты. Многими исследователями [8–15] было установлено, что определяющим фактором в повышении биопродуктивности пойменных лугов является их гидрологический режим, поэтому, вероятно, целесообразнее говорить о “гидроэкологической устойчивости” пойменных ландшафтов.

1.1 Состояние изученности экологической устойчивости Павлодарского Прииртышья

1.1.1 История развития исследований

Проблемы сохранения экологического равновесия (экологической устойчивости) в геосистемах, подверженных техногенезу возникли в связи с практической необходимостью прогноза состояний природно-территориальных комплексов при различных сценариях развития хозяйственной деятельности.

Началу изучения поймы р. Иртыш с геоэкологической точки зрения можно отнести 1926–29 года, когда Государственный луговой институт им. В. Р. Вильямса АН СССР проводил исследования лугово-болотных угодий Сибири. Далее в 1964 г. специалистами МГУ им. М. В. Ломоносова издан «Атлас целинного края», где большое внимание уделено пойме р. Иртыш, имеющей ряд природных, хозяйственных и экологических особенностей. Важные сведения о водных объектах и особенностях пойменных ландшафтов Павлодарского Прииртышья содержит книга «Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель» [16]. В период с 1960 по 1970 гг. на пойме Павлодарского Прииртышья проводили комплексные геоботанические исследования такие научные организации, как институт ботаники АН Каз. ССР (1960–1965 гг.), Казахский государственный университет (1964–1965 гг.), выборочные ботанико-кормовые исследования «Ленгипроводхозом» (1965 г.) и «Целингипроземом» (1968 г.). За период с 1929 по 1992 гг. многими видными учеными [17–29] были проведены работы по ландшафтному картированию территории Павлодарской области. Накопленный опыт ландшафтного районирования и экологического расчленения речных пойм способствовал выяснению пространственного распределения растительного покрова пойменных ландшафтов р. Иртыш. В связи с усиленным антропогенным воздействием на экосистему природных ландшафтов в период с 1960 по 2000 гг. большинство исследований было посвящено выявлению влияния различных природных и антропогенных факторов на экологическую устойчивость поймы р. Иртыш. Особое внимание при этих исследованиях уделялось гидрологическому режиму р. Иртыш как важнейшему фактору, влияющему на биопродуктивность пойменных ландшафтов Павлодарского Прииртышья, а также в связи со строительством канала Иртыш – Караганда, Кара Иртыш – Карамай и др.

По мнению многочисленных ученых [24–36] в настоящее время антропогенное изменение гидрологического режима рек выделяется как ведущий

негативный фактор, влияющий на экологическую ситуацию пойменных экосистем Казахстана. Так, вследствие регулирования стока путем строительства плотины, из-за научно необоснованных попусков (не совпадающих и по объему, и по длительности сроков) вод из водохранилищ происходят процессы опустынивания пойменных территорий, приводящие к снижению биопродуктивности растительных сообществ.

1.1.2 Гидрометеорологическая и гидрогеологическая изученность

Обстоятельное гидрометеорологическое исследование р. Иртыш началось в конце XIX в. – начале XX века в связи с решением вопросов соледобычи, судоходных условий реки и водоснабжения населенных пунктов. Так, в 1901–1904 гг. проводились работы по изучению и установке фарватера, начались землечерпательные и камнеуборочные работы на перекатах. На перекатах в верхнем течении р. Иртыш были сделаны прорезы длиной 800–4000 м и шириной 40–47 м для улучшения судоходства. Связанные с вопросами добычи соли исследования, проводимые П. Золотовым, М. Белоусовым, М. Лемпицким, содержали сведения о морфометрии и характере более 20 озер [11]. В 1882–1885 гг. и 1901–1915 гг. Управлением Томского округа путей сообщения проводились подробные изыскания на р. Иртыш южнее г. Павлодар, в результате которых были составлены карты, измерены поперечные профили и расходы воды реки. С 1906 года на территории Павлодарской области Отделом земельных улучшений переселенческого управления проводились гидрогеологические исследования. Основные работы в течение 1910–16 гг. по изучению грунтовых вод были выполнены И. С. Яговкиным [32]. Материалы, полученные в экспедиционных исследованиях водных объектов до 1920-х гг., были недостаточными для освещения режима поверхностных и подземных вод, а также для расчета водных ресурсов территории. Наиболее целенаправленными и плодотворными были исследования после установления Советской власти. Так, в 1929 году Н. Г.

Кассиным был обобщен гидрогеологический материал по северо-восточной части Казахстана и составлена гидрогеологическая карта масштаба 1:2000000.

Исследования, проводимые с начала 30-х годов, связаны в основном с обеспечением сырьевой базы промышленности Казахстана. Материалы изысканий ГГИ за 1930–31 гг., использованные при составлении Справочника по водным ресурсам, содержали сведения о водных ресурсах правобережной части Павлодарской области. Был издан ряд материалов, который освещал проблемы геологии северо-восточной части Казахстана, орошения Кулунды и восточной части Павлодарского района, источников водоснабжения в районе Экибастузского месторождения угля и станции Калкаман, изменения химического состава и режима грунтовых вод Калкаманского месторождения [33]. В 1938–1940 гг. Всесоюзным институтом гидротехники и мелиорации (ВНИИГМ) проводились работы по изучению условий водоснабжения животноводческих хозяйств. В течение 1949–1953 гг. в Кулундинской степи ЗСГУ была проведена гидрологическая съемка 1:5000000, которая сопровождалась изучением режима подземных вод первых водоносных горизонтов, результаты которого отражены в отчетах С. Т. Бейром, Е. К. Вериги, Е. В. Михайловой [34]. Наибольший размах исследования водных ресурсов рассматриваемого региона приняли после Великой Отечественной войны (1941–45 гг.), в особенности в связи с освоением целинных и залежных земель. Гидрологические исследования на р. Иртыш имели большое значение при решении проблем комплексного использования реки для развития энергетики, водоснабжения и судоходства, кроме того, для решения вопросов использования плодородных пойменных земель. Большая работа была проведена Ленинградским отделом Гидроэнергопроекта (Ленгидэп) в 1948–1951 гг. и 1955 г. по наблюдению уровня воды на 11 водомерных постах, измерению расходов на 3 пунктах – с. Семиярское, г. Павлодар и с. Боброво. Комплексные гидрографические исследования экспедиции ГГИ (1956–58 гг.) на территории Павлодарской области проведены на 27 реках и временных водотоках (не считая

р. Иртыш) общим протяжением около 2000 км, а также на 104 озерах и 52 искусственных водоемах (прудах, прудо-копанях и копанях) Из этого количества 7 рек общей протяженностью 513 км и 15 озер обследовано полевой партией УГМС Казахской ССР. В связи с проектированием на р. Иртыш каскада ГЭС, изыскания, проводимые Ленгипроводхозом, были направлены на решение задачи определения площадей затопления поймы Павлодарского Прииртышья.

Со строительством Усть-Каменогорской ГЭС началось использование энергетических ресурсов р. Иртыш. Сведения о стационарных наблюдениях за гидрологическим режимом поверхностных вод Павлодарской области весьма немногочисленны. Наблюдения за уровнем р. Иртыш, на котором в пределах области действуют три поста Гидрометслужбы – с. Семиярское с 1983 г., г. Павлодар с 1889 г., с. Иртышск с 1927 г., были наиболее продолжительными, но отмечается выпадение целого ряда наблюдений, что создавало некоторые проблемы при решении определенных геоэкологических задач. Для остальных кратковременных действовавших гидрометрических створов материалы измерений являются по существу отрывочными и недостаточными для получения обобщенных характеристик стока.

Метеорологические наблюдения, имеющие важное значение для изучения условий формирования стока, производились в Павлодарской области с 1901 года на 12 метеорологических станциях, находившихся в ведении Управления гидрометеослужбы Казахской ССР. В настоящее время наиболее продолжительным периодом наблюдения был на 3 метеорологических станциях – с. Михайловка, г. Павлодар и с. Семиярское и составлял 40–50 лет, а для остальных – не более 20–25 лет. Наблюдения за осадками проводятся как на метеостанциях, так и дождемерных постах, оборудованных осадкомерными приборами. Всего на территории Павлодарской области до 1990 г. насчитывалось 10 действующих осадкомерных пунктов стационарной сети УГМС Казахской ССР,

в настоящее время число сократилось до 3, которые так же, как и метеорологические, находятся в с. Михайловка, г. Павлодар и с. Семиярское.

С 1980 г. Павлодарской гидрогеологической экспедицией велись планомерные режимные наблюдения по изучению подземных и поверхностных вод области для целей мелиорации [35], поисков минеральных вод для курорта «Мойылды» [36], «Энергетик» [37].

1.1.3 Гидроэкологическая изученность

В настоящее время особую актуальность приобретает проблема устойчивости водных экосистем к внешнему воздействию, в частности, антропогенному влиянию в виде зарегулированности стока рек. Главными задачами гидроэкологического исследования являются, насколько это влияние сказывается на водной системе и прилегающих территорий и каковы параметры по установлению стабильности в изучаемом регионе.

Сведения по изучению гидроэкологической обстановки Павлодарского Прииртышья немногочисленны. Так, экологическое значение температуры воды в жизнедеятельности р. Иртыш рассматривается в работе Бурлибаева М. Ж. [38], в которой отмечается очевидное влияние водохранилищ на температурный режим водотока. Влияние зарегулированности стока реки на урожайность поймы Иртыш отмечается в работе Ткаченко Н. В. [39], где была рассмотрена зависимость урожая трав от продолжительности затопления. Это исследование более подходит к агрогидрологическим. Оценка возможных экологических последствий забора стока реки Кара Иртыш по каналу К. Иртыш–Карамай на территории КНР и определение количественной оценки стока р. Иртыш дано в работе Дускаева К.К., Шенбергера В.И. [30].

Некоторые исследования экологического состояния р. Иртыш проводились специалистами ОАО «Гидроном-Эко» [25], суть которых заключалась в гидрологическом исследовании реки с целью уточнения площади затопления и

обоснования водохозяйственных и водоохраных мероприятий на пойменных землях Павлодарской области.

1.2 Факторы, определяющие экологическую устойчивость территории

1.2.1 Стокообразующие факторы

Река Иртыш – главная водная артерия Павлодарской области (рисунок 1). Истоки реки расположены в Китае, на леднике гор Монгольского Алтая, откуда она течет в северо-западном направлении, пересекает государственную границу между Китаем и Казахстаном и впадает в оз. Зайсан ниже Бухтарминского водохранилища. После оз. Зайсан р. Иртыш протекает через западную часть Алтайского горного района и низменность Западной Сибири в северном направлении и далее через Восточно-Казахстанскую и Павлодарскую области попадает на территорию Российской Федерации, где вблизи г.Ханты-Мансийск и впадает в р. Обь. На территории Павлодарской области расположен участок среднего течения реки протяженностью 720 км (от 2761-го до 2041-го км. от устья). Площадь водосбора при входе в пределы области (50°36' с.ш., 79°30' в.д.) составляет 276 200 км², в замыкающем створе на границе Республики Казахстан и Российской Федерации (53°48' с.ш., 75°02' в.д.) – 591 100 км² [16].

Основной объем стока в пределах среднего течения р. Иртыш поступает с водосбора Верхнего Иртыша (до 65 %), затем на протяжении первых 120 км. ниже г.Усть-Каменогорска река получает питание до 35 % за счет впадающих притоков рр. Убы и Ульбы. Между г. Усть-Каменогорском и Шульбинской ГЭС в р. Иртыш впадает ряд притоков, два из которых – р. Ульба и Уба дают 90 % всего стока боковой приточности на этом участке. Половодье на этих реках начинается в апреле, заканчивается в июне месяце. Максимальные расходы на реках бассейна р. Иртыш наблюдается в апреле–мае месяце, в случае обильных дождей – во второй половине лета. Река Иртыш имеет смешанное питание, в верховье – ледниковое. В связи с особенностями питания режим реки характеризуется двумя паводками: максимальным ранневесенним – от таяния снегов равнины и низких гор и весенне-

летним – от таяния снегов и ледников в горах. Замерзает Иртыш в середине ноября – начале декабря.



Рисунок 1– Река Иртыш в створе г. Павлодар

Наибольшая толщина ледового покрова составляет 115 см., средняя продолжительность его стояния 130–155 дней. Ледоход начинается в середине апреля и заканчивается в начале мая. Русло р. Иртыш в пределах Павлодарской области разбито на множество островов и песчаных кос, на отдельные рукава, протоки, староречья. Течение реки ровное и спокойное, средняя скорость его при среднем уклоне 0,0006 ‰ составляет 1,2 м/сек. Хозяйственная деятельность человека, обусловленная выемкой грунта для нужд строительства и дноуглубительными работами по обеспечению судоходства, приводит к изменению гидрологического режима реки Иртыш и спрямлению ее русла. Вследствие этой деятельности, увеличивается глубина реки и пропускная способность ее русла, что приводит к понижению уровня воды в Иртыше. Компенсация карьерных выемок осадочным материалом может происходить

несколько десятков лет, в то время как глубинная эрозия постоянно растет. Наиболее резкое снижение уровней происходило после зарегулирования стока р. Иртыш, просадка с 1958 по 1999 гг. составила 1,85 м [24]. Кроме поверхностных водных ресурсов большое влияние на экологическую устойчивость территории оказывают подземные воды.

Гидрогеологические условия Павлодарской области определяются следующими факторами: климатом, рельефом, характером зоны аэрации, геологическим строением и физико–механическими свойствами водовмещающих пород. Резкоконтинентальный климат с небольшим количеством атмосферных осадков и неравномерным их распределением по территории, высокая температура поверхности почвы создают резкий дефицит влаги в общем балансе, что сказывается на формировании различного режима подземных вод поймы р. Иртыш. По условиям залегания и характеру циркуляции на исследуемой территории различают следующие типы подземных вод: пластовые, грунтовые, артезианские. В соответствии с рисунком 5 характерной чертой для подземных вод является изменение химического состава в вертикальном и горизонтальном направлениях, причем воды самого разного состава от пресных до горько–соленых группируются очень близко друг от друга.

В долине р. Иртыш выделяются три вида гидрогеологических режимов грунтовых вод: приречной, террасовый и междуречный. Грунтовые воды приречного режима, заключенные в аллювиально–гравийно–галечниковых отложениях поймы залегают на глубине от 0,5 до 5 м. Мощность водоносного горизонта колеблется в пределах от 4 до 20 м и имеют свободную поверхность. Водовмещающие породы имеют коэффициент фильтрации от 8 до 40 м/сут. По химическому составу воды поймы р. Иртыш в основном пресные с минерализацией 0,3–1 г/л, но на отдельных участках от 2,5 до 5 г/л. По типу грунтовые воды относятся к гидрокарбонатно–натриевым.

Подземные воды формируются преимущественно за счет фильтрации поверхностных вод, особенно во время половодья, когда обширная площадь поймы Иртыш полностью заливается речной и талой водой, а также за счет притока вод со стороны террасы и инфильтрации атмосферных осадков. По данным гидрометеостанции г. Павлодара при отметке уровня воды реки Иртыш 105,1 м вода выходит на пойму и затапливает ее паводковыми водами, а режим подземных вод характеризуется пойменной разновидностью. По результатам исследований ГГЭ г. Павлодара, температура грунтовых вод поймы на глубине 10–12 м. варьирует от +2,2 до +10,2 °С. На повышение температуры грунтовых вод оказывают влияние речные воды. Особенно это проявляется в многоводные годы, когда пойма заливается речными водами. В начале паводка речные воды, инфильтруясь в водоносный горизонт, охлаждают грунтовые воды до +2+3 °С. После прохождения паводка уровень грунтовых вод залегает на небольшой глубине (0,0–1,0 м) от поверхности земли, что способствует быстрому повышению температуры подземных вод. Водовмещающие породы представлены разновозрастными мелко- и тонко-зернистыми песками, глинистыми породами с прослоями супесей и суглинков.

Воды имеют свободную поверхность и залегают на глубине от 0,5 до 6 м. Мощность водоносного горизонта составляет от 0,4 до 17 м. Ширина террасы 1–3 км, реже достигает 5 км. По качеству воды пресные, солоноватые и соленые с общей минерализацией от 0,4 до 1,0 г/л. По типу подземные воды характеризуются как гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые и сульфатно-хлоридно-кальциевые. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания подземных вод с вышележащих террас. В районах, где терраса примыкает к руслу реки, устанавливается полная связь с поверхностными водами, на остальных участках такая связь отмечается в период паводков). Итак, для грунтовых вод I-ой надпойменной террасы характерен террасовый и приречный вид режима. Террасовый вид режима распространен на

отдельная террас, отделенных широкой поймой от русла р. Иртыш (с. Потанино). На участках, где пойма неширокая (от 0,5 км) или вообще отсутствует (с. Иртышское), речные воды являются главным стокообразующим фактором. В южной части Павлодарской области мощность отложений террасы составляет от 6 до 10 м (Майский район), а в северной части (Иртышский район) она превышает 10–17 м. В связи с этим зона влияния реки (по данным ГГЭ г. Павлодара) на пойменных с приречным видом режима увеличивается с юга (0,8–1,2 км) на север (1,2–1,0 км). Установлено, что периодичность колебаний уровней грунтовых вод I-ой надпойменной террасы с приречным видом режима соответствует периодичности колебаний уровней р. Иртыш. Как установлено выше, режим уровней грунтовых вод I-ой надпойменной террасы формируется как под влиянием реки Иртыш, так и под влиянием метеорологических факторов (в основном атмосферных осадков). Преобладающий режимобразующий фактор определяется в зависимости от удаленности грунтовых вод от русла р. Иртыш или ее рукавов. Основное многолетнее изменение общей минерализации грунтовых вод с приречным видом режима связано с колебаниями уровней р. Иртыш. Условия формирования грунтовых вод полностью определяются колебаниями уровней реки (рис. 2).

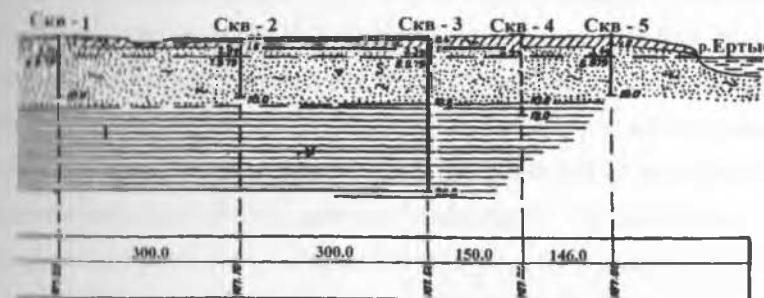


Рисунок 2– Гидрогеологический разрез (по автору, 1992 г.)

В период паводка уровень в реке поднимается примерно на 3–4 м и разгрузка грунтовых вод в этот период прекращается. В результате в зоне подпора наблюдается увеличение общей минерализации грунтовых вод и содержания в воде хлор иона [32]. Грунтовые воды II и III надпойменной террасы имеют широкое распространение как на левобережье, так и на правобережье р. Иртыш. Мощность водоносных горизонтов составляет 0,5–15 м, глубина залегания варьирует от 0,3 до 14 м. Воды имеют свободную поверхность. Водовмещающими породами являются гравийно-галечные отложения, разнозернистые пески, в кровле суглинки и супеси, коэффициент фильтрации которых достигает 120–200 м/сутки. Воды в основном пресные с минерализацией от 0,5 до 3 г/л, относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевому и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевому типу. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет атмосферных осадков, чему благоприятствует литологический состав зоны аэрации. Разгрузка приурочена к озерным впадинам и многочисленным понижениям.

Отдельно можно выделить режим подземных вод на территории г. Павлодара. Первые сведения о режиме подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта на территории г. Павлодара были получены в 1961–1963 гг. Павлодарской гидрологической экспедицией. Город Павлодар расположен в центральной части Иртышского артезианского бассейна. Подземные воды приурочены к песчаным и песчано-глинистым породам, залегающим как в виде линз и прослоев, так и в виде регионально-выдержанных отдельных горизонтов, разделенных между собой глинами. Водоносный горизонт в основном грунтовый, местами слабонапорный, представлен аллювиальными отложениями второй надпойменной террасы р. Иртыш и отложениями павлодарской свиты (неоген). Общее направление потока подземных вод идет в сторону естественной дрены р. Иртыш и озера Мойылды.

Питание подземных вод павлодарской свиты складывается из гидравлической связи с ниже и выше лежащими отложениями и инфильтрации атмосферных осадков на площадях выхода свиты на дневную поверхность. На территории города выделяются участки подземных вод с нарушенными и ненарушенными режимами. Ненарушенный режим характерен для вод, которые прослеживаются узкой полосой вдоль естественной дрены р. Иртыш. Границей грунтовых вод с нарушенным и ненарушенным режимом в западной части города является канализационный коллектор, проложенный параллельно берегу р. Иртыш в северно-западной зоне дренирующего действия.

Поступление с поверхности земли избыточного количества инфильтрационных вод имело не только нарушение условий питания подземных вод, но и оказывает негативное влияние на формирование их режима (промышленные стоки, полив зеленых насаждений и т.д.). По данным Павлодарской ГГЭ в настоящее время наблюдается повышение уровня грунтовых вод, средняя интенсивность подъема которых составляет 0,43 м за год. Величина минимального уровня грунтовых вод колеблется в пределах 3,72–3,54 м, амплитуда колебания уровня составляет 0,33–0,17 м [32].

Установлено, что на большей части города уровни воды расположены на глубине 1–5 м от поверхности земли. Однако в пределах Северной и Южной части промышленные зоны, а также на территории жилой застройки имеются участки, где эта величина значительно ниже. Еще большую территорию (70 км²) занимают площади подтопления, где подземные воды залегают на глубине 0,0–2,0 м (западная часть оз. Мойылды, пойменная часть р. Иртыш). Температурный режим грунтовых вод формируется как под влиянием естественных факторов (температура воздуха), так и под воздействием хозяйственной деятельности человека.



1.2.2 Факторы подстилающей поверхности

В географическом размещении ландшафтов на территории Павлодарской области наблюдается определенная закономерность. В соответствии с увеличением количества солнечного тепла и одновременным уменьшением атмосферного увлажнения по мере продвижения с севера на юг в области происходит смена лесостепных ландшафтов степными и сухостепными. Своеобразие местных природных условий приводит к обособлению внутри зон физико-географических районов, ландшафтная структура которых, в основном неоднородна. В работе Г. В. Гельдыевой и Л. К. Веселовой [17] обобщены результаты исследований ландшафтов Приртышской равнины. Было отмечено, что в ландшафтной структуре области определяющим является сухостепной тип ландшафта, объединяющий 20 видов.

Лесостепной тип ландшафта характерен для крайнего севера области и центральной части левобережья р. Иртыш, который формируется в условиях наибольшего атмосферного увлажнения, осадков выпадает около 300 мм в год. Ландшафт характеризуется наличием небольших осиново-березовых и березовых лесов и колков на черноземных обыкновенных солонцеватых и карбонатных, а также и луговых почвах. По окраинам лесов – урочища остепненных разнотравно-злаковых лугов на лугово-черноземных почвах (рисунок 3).



Рисунок 3 – Лесостепной тип ландшафта

Степной тип ландшафта характеризуется равнинным рельефом озерно-речного происхождения. В почвенном покрове господствуют черноземы. В степном виде ландшафта преобладают урочища солонцов с полынной и ковыльно-типчаковой растительностью, местных водораздельных поверхностей с морковно-красноковыльной растительностью на южных солонцеватых черноземах, на засоленных участках – урочища галофитных лугов (рисунки 3, 4).



Рисунок 4 – Степной тип ландшафта

Сухостепной тип ландшафтов формируется в условиях большой атмосферной сухости при сумме годовых осадков около 250 мм. На темно-каштановых почвах господствуют дерновинно-злаковые степи с малым участием засушливого разнотравья (рисунок 5).



Рисунок 5 – Южные солонцеватые черноземы

Своеобразным ландшафтом речной долины является пойма р. Иртыш, которая представляет собой уникальное создание природы, ей свойственно повышенное грунтовое и паводковое увлажнение (рисунок 6).



Рисунок 6 – Сухостепной тип ландшафта



Рисунок 7 – Пойма реки Иртыш

Изучению поймы р. Иртыш уделяется большое внимание, так как в ней нередко проводятся различные хозяйственные мероприятия по осушению земель, устройству дамб, плотин, использованию подземных вод, приуроченных к территории поймы, и т.д.

Современная долина р. Иртыш в районе исследования представлена поймой до 7–8 м высоты, простирающейся от 1 до 10–12 км на левобережье и от 4 до 6 км на правобережье, и комплексом четырех верхнечетвертичных эрозионно-аккумулятивных надпойменных террас реки. Конфигурация поймы в плане повторяет конфигурацию современной долины, а именно расширения пойменной террасы соответствуют расширениям долины (в западном направлении), и наоборот, в сужениях долины сужается и пойма, нередко выклинивается вообще. Абсолютные отметки поймы возрастают от 107 м у западных границ Павлодарской области до 110 м у восточных. Современная долина реки в среднем на 2 м возвышается над меженным уровнем. По степени развития и характеру форм рельефа поверхность поймы р. Иртыш относится к пересеченной, русло реки разбито на множество островов и песчаных кос, на отдельные рукава, протоки, промоины–ложбины, старицы, которые не связаны с рекой поверхностным стоком и подпитывающие всю пойму грунтовыми водами (рисунок 8).



Рисунок 8 – Старица

Почвообразующими породами поймы служат современные аллювиальные, часто слоистые отложения различного состава. Почвенный покров исследуемого района представлен пойменными луговыми обыкновенными, карбонатными и засоленными разновидностями. В прирусловой зоне встречаются пойменные лесолуговые почвы. В низкой пойме сохранились пойменно-лугово-болотные почвы (рисунок 9).



Рисунок 9 – Пойменно-лугово-болотные почвы

Ландшафт поймы р. Иртыш отмечается значительной динамичностью и пестротой растительного покрова, при изучении которой использовалась ландшафтно-типологическая классификация речных пойм Р. А. Еленевского [18]. Основные черты формирования растительности на пойме обуславливают сочетание естественных и антропогенных факторов: дефицит влаги на высоких уровнях поймы, застаивание полых атмосферных и грунтовых вод в отрицательных формах рельефа, засоленность почвогрунтов, чрезмерная пастбищная нагрузка, продолжительность заливания полыми водами и т.д. Значительная часть площадей поймы занята заболоченными растительными сообществами, обладающими малоценным в кормовом отношении травостоем, представленным в основном гидрофильными осоками и злаками, а также отмечается засоленность характерная для лесного отрезка Иртыш. В пойме степного отрезка р. Иртыш отмечено почти повсеместное засоление почвогрунтов, обуславливающее формирование галофитных растительных сообществ [40].

К настоящему времени накоплен достаточно большой опыт районирования, ландшафтного и экологического расчленения речных пойм (Г. В. Гельдыева, А. К. Исселова [17], Р. А. Еленовский [18], Н. Б. Барышников [19], Б. А. Тулеубаев [20], Б. М. Миркин [21], А. Я. Бронзов [22], Е. П. Прокопьев [40], Р. С. Чалов [41]), способствующего выяснению закономерностей пространственного распределения растительного покрова пойм.

В формировании высокоплодородных пойменных почв и продуктивного пойменного травостоя большую роль играют почвенно-грунтовые воды. Глубина залегания уровня грунтовых вод в долине реки Иртыш колеблется от 0,2 до 10 м, в пределах поймы от 0,2 до 1,5 м. Небольшая глубина уровня грунтовых вод поймы приводит к таким явлениям, как вторичное засоление почв, заболачивание территории, образование различных по площади и глубине ложбин-промоин, пыسمок. Все эти явления приводят к видоизменению пойменного ландшафта р. Иртыш (рисунок 10).

Несмотря на всю сложность природной обстановки, исследования территории поймы позволяют в соответствии с рисунком 12 выделить следующие участки:

- наиболее дренируемая, примыкающая к руслу реки притеррасная пойма;
- выровненная наиболее широкая и с оптимальными условиями увлажнения центральная пойма;
- прирусловая пойма, обычно заболоченная с наибольшим числом стариц.

Притеррасная пойма р. Иртыш с легким по механическому составу иллювием расположена выше центральной и притеррасной. Это наиболее сухая часть поймы, в первую очередь, освобождающаяся от паводковых вод, с развитыми пойменными дерновыми почвами, покрытые полынно-ковыльно-типчачовыми лугами. В заболоченных понижениях произрастают ивняки.



Рисунок 10 – Промоина на пойме р. Иртыш

Центральная пойма, занимающая большую площадь, имеет выровненный рельеф с большим количеством блюдцеобразных понижений, небольших оврагов и вытянутых западин (бывших проток). Эти понижения, заполняемые талыми и сточными водами, образуют небольшие водоемы (их берега обычно закустарены), многие из которых в летнее время высыхают. Исследования почвенного покрова показали, что пойменный аллювий имеет более тяжелый механический состав: в основном средние и тяжелые суглинки, распространены дерново-луговые пойменные почвы. Это наиболее плодородные почвы с злаково-разнотравными лугами. В пониженных участках рельефа формируются луговые пойменные почвы с влаголюбивой растительностью. Весной, в период половодья, грунтовые воды стоят у самой поверхности почвы, на отдельных участках смыкаясь с паводковыми. После спада поймы воды вместе с опусканием воды в реке понижается уровень грунтовых вод до 1,5 м (на левобережной части поймы р. Иртыш).

В пределах исследуемого района прирусловая пойма неширокой (0,2–0,3 км) полосой протягивается у подножия коренного берега или надпойменных террас. Это наиболее пониженная и заболоченная область поймы. Она подпитывается постоянным горизонтом грунтовых вод, часто с выходом ключей.



1 – прирусловая часть поймы



2 – центральная часть поймы



3 – притеррасная часть поймы

Рисунок 11 – Ландшафтное районирование поймы р. Иртыш

Для этой части поймы характерно притеррасные озера и старицы. За счет избыточного увлажнения наблюдается высокое (0,2–0,8 м) стояние грунтовых вод. Почвенный покров представлен тяжелыми суглинками и илом, берега закустарены, и поэтому область притеррасной поймы является геохимическим барьером на пути стока грунтового потока с водоразделом в реку.

Рассматривая один из негативных факторов, отрицательно влияющих на развитие растительных сообществ, Е. П. Прокопьев [40] отмечал антропогенное воздействие на пойму р. Иртыш, выражающееся, прежде всего, в бессистемном и чрезмерном стравливании растительности сельскохозяйственными животными.

Кроме того, на урожайность лугов огромное влияние оказывают попуски воды из Бухтарминского водохранилища, в последнее время объем которых и сроки затопляемости заметно уменьшились, известно, что при оптимальных режимах затопления поймы создаются условия для выращивания редких, ценных видов растений. Поэтому решающим фактором повышения продуктивности лугов и обогащения биоценоза поймы является гидрологический режим р. Иртыш.

Во время паводка происходит смыкание поверхностных и подземных вод, и временно создаются анаэробные условия почвообразования. После паводка уровень грунтовых вод постепенно снижается преимущественно до 1,5–3,0 м и анаэробные условия в почвенной толще сменяются аэробными. Итак, состав травостоя и его строение в основном зависят от рельефа, почвы, продолжительности затопления и связанных с ними гидрогеологических условий.

В зависимости от продолжительности затопления среди пойменных сенокосов рассматриваемого региона выделяют:

- краткопойменные, с затоплением до 10 суток – 22 % (Лебяжинский и Майский районы);
- среднепойменные, с затоплением от 10 до 30 суток – 62 % (Аксуский, Павлодарский, Актогайский и Качирский районы);

– долгопойменные, с затоплением свыше 30 суток – 16 % (Иртышский район).

В зависимости от гидрологических условий местообитания на пойме распространены следующие типы сенокосов: на долинных суходолах – полынно-разнотравный; на лугах высокого уровня (краткопойменных) – злаково-полынно-разнотравный; на лугах среднего уровня (средне-пойменных) – осоково-злаково-разнотравный.

Краткопойменные луга представлены глюкофитными и галофитными вариантами: ковыльные и ковыльно-типчаковые луга, с урожайностью от 6 до 10 ц/га; разнотравно-злаковые луга – до 20 ц/га; осоково-злаково-разнотравная растительность до 8 ц/га; полынно-злаковая группировка около 4 ц/га.

Среднепойменные луга – это наилучшие луга поймы со всех позиций: с фитоценотической, флористической, экономической и экологической. Луга представлены разнотравно-злаковой растительностью (костец безостный, кронохлебка аптечная, лапчатка серебристая и др.) с урожайностью 27–28 ц/га; разнотравно-злаковая-солодковая ассоциация приурочена к пойменным луговым каштановым засоленным почвам (2 ц/га).

Долгопойменные луга расположены на пойменно-болотных каштановых почвах с болотным типом растительности (камышовые, розговые, тростниковые и т.д.) В хозяйственной деятельности болотный тип растительности не нашел практического применения в качестве строительного материала, кроме тростника. В целом, пойма р. Иртыш относится к очень крупной, своеобразной в ландшафтно-экологическом отношении речной пойме, имеющей целый ряд природных, хозяйственных и экологических особенностей и нуждается в комплексных исследованиях для сохранения экологического равновесия и предотвращения деградации в исследуемом регионе.

1.3 Экологическое состояние пойменных ландшафтов р. Иртыш

Субгеосистема бассейна р. Иртыш представляет собой сочетание сопряжений автономных и подчиненных ландшафтов, находящихся в одном бассейне стока на разных гипсометрических уровнях и связанных потоками веществ, движущихся от более высоких уровней к более низким. Саморегулирующим природным механизмом, уникальным как по своим размерам, так и по фитоценозу в субгеосистеме является пойма р. Иртыш.

Пойменные угодья в аридных условиях Павлодарского Прииртышья особенно ценны, так как позволяют стабилизировать кормовую базу животноводства и благотворно влияют на местный климат. Богатейший фитоценоз пойменных лугов р. Иртыш является геохимическим барьером, предотвращающим поступление из воздушного пространства сальных и дымовых выбросов промышленных предприятий Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей, а из подземных и поверхностных вод, загрязняющих и токсических веществ. Кроме того, пойма служит естественным защитным барьером, снижающим степень эрозионных процессов почв. В настоящее время отсутствие средств, направляемых на развитие лесного хозяйства, ведет к деградации полей защитных полос, не ведутся мелиоративные работы. Практически прекратилось внесение органических и минеральных удобрений (даже под овощные культуры) [42]. Сокращается использование орошаемых земель.

Фитоценотическое разнообразие лугов обеспечивало большую устойчивость урожая, особенно при изменяющихся климатических условиях. Поддержанию качественного состава пойменного ландшафта и всего живого на них издревле способствовала цикличность сезонного затопления водой, которая существенно нарушена в наши дни. Зарегулирование стока р. Иртыш каскадом водохранилищ в верхнем течении путем кратковременных и несвоевременных попусков воды привело к изменению биопродуктивности, численности и видового состава фитоценозов. Внешние воды, заполняя пойменные угодья, не растворяют

связанный с почвой гумус, наоборот, они способствуют ускоренной миграции азотистых соединений и интенсивному росту, и развитию луговых трав. С прекращением сезонных затоплений режим почвообразования нарушен в сторону снижения активности процесса. Известно, что в естественных условиях пойма Иртыша затоплялась почти ежегодно на 89–97 % от ее площади, в отдельные годы периодичностью 1 раз в 6–8 лет пойма затоплялась только на 60–70 % и с периодичностью 1 раз в 12–15 лет затопление составляло до 10 % площади. При этом в многоводные годы пойма реки затоплялась на всей площади и достаточно на продолжительный период. Полное затопление поймы оказало положительное влияние на функционирование уникальной экосистемы, так как в этих условиях периодически затоплялись участки поймы с повышенными отметками, что препятствовало их осушению и деградации. Кроме того, при таком положении наблюдалась естественная промывка русел многочисленных проток, стариц и озер, а также заболоченных и засоленных участков. Урожайность луговых трав в естественных условиях затопления поймы составляла в среднем 16–18 ц/га, наиболее ценных пырейных и канареечниковых лугов до 50–60 ц/га. В период строительства Бухтарминской ГЭС (1958–1963 гг.) пойма Иртыша не затоплялась, что вызвало количественное и качественное изменения в растительных сообществах и резкое понижение урожайности лугов до 5,5 ц/га. В условиях зарегулирования стока, начиная с 1964 г, с целью поддержания продуктивности поймы из каскада водохранилищ осуществляются специальные природохозяйственные попуски, которые, по мнению Комитета экологии г. Павлодара, проводились с серьезными нарушениями “Правил эксплуатации каскада Верхне-Иртышских водохранилищ” и не учитывали потребностей в воде экосистемы реки, рыбного хозяйства, судоходства и т.д. Это привело к тому, что р. Иртыш, ее ресурсы, фауна и флора экосистемы оказались в состоянии, требующем незамедлительного принятия мер по восстановлению ресурсного потенциала природного комплекса.

Ценность пойменных водоемов (стариц, затонов, протоков) заключается в исключительно благоприятные условия для ихтиофауны. Изменение высоты стояния паводковых вод, интенсивности подъема и спада воды, продолжительности стояния воды на пойме привели к резкому снижению рыбопродуктивности Иртыша и водоемов поймы. Многие растения, такие, как девясил татарский, чина клубневая, аир болотный, орех водяной стали большой редкостью. Подорвано общее состояние и численность популяций водоплавающих птиц. В пойме р. Иртыш зоологами Павлодарского государственного университета отмечено 24 вида различных грызунов, часть которых являются редкими для Павлодарской области и Казахстана. Многие виды животных занесены в Красную Книгу Республики Казахстан. К неблагоприятным факторам антропогенной нагрузки на пойму можно отнести вмешательство человека, связанное с распашкой земель, вырубкой леса, ежедневными палами, забором песка из русла, созданием систем лиманного орошения в пойме, жилые массивы и промышленные предприятия, расположенные в непосредственной близости от реки. Загрязнение тяжелыми металлами верховий и верхних притоков р. Иртыш приводит к загрязнению всей речной системы и всего речного стока. Скорость, интенсивность и морфология техногенной миграции зависят от ландшафтных условий, т.е. специфики сочетания гидрометеорологических и почвенно-ботанических характеристик исследуемого района. По мнению многих авторов, основным источником (поставщиком) тяжелых металлов в трансаккумулятивные, супераквальные и аквальные ландшафты является поверхностный (нерусловый) сток. Он формируется за счет смыва почв, смыва пыли с техногенных поверхностей, твердофазных выпадений из атмосферы, размыва территории свалок, шламонакопителей и т.д.

Источниками загрязнения пойменных ландшафтов р. Иртыш являются промышленные предприятия Восточно-Казахстанской и Павлодарской области [43]. На территории Павлодарской области отрицательное влияние на

экологическое состояние р. Иртыш оказывают выбросы промышленных предприятий Павлодар-Экибастузского топливно-энергетического комплекса, ферросплавный завод г. Аксу, нефтеперерабатывающий и химический завод г. Павлодара и т.д. В результате таких действий со стороны хозяйствующих субъектов за длительный предыдущий период произошло скопление 900 т ртути в почве вблизи акционерного общества «Химпром» г. Павлодара, хотя использование ртути в технологическом процессе прекращено еще в августе 1993 г. Существенно влияют на связь фильтрационного потока с грунтовыми водами находящиеся в северном промышленном районе золоотвалы ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Это влияние проявляется прежде всего в повышении уровня грунтовых вод, подтоплении ландшафта (наблюдается процесс заболачивания местности, гибель растений). Загрязнению тяжелыми металлами подвергается и озеро Мойылды, а также прилегающие к нему территории.

Вмешательство человека в природные процессы, пусть даже незначительное, нарушает создаваемый веками баланс, определяющий условия функционирования экосистем. Анализируя состояние пойменных угодий реки Иртыша за период с 1960 по 2000 года можно сделать вывод, что современный уровень использования земельных и водных ресурсов не соответствует основным экологическим требованиям, не способствует нормальному функционированию экосистемы и приводит к ее деградации.

1.4 Поймообразование. Русловый процесс

Морфологически отличные участки русел и пойм рек отражают различия в характере их деформаций и в совокупности именуются русловым процессом, включающимся в отложение наносов, полученных из эрозионной сети постоянным потоком, ведущим к непрерывным изменениям морфологического строения русла и поймы реки под действием текущей воды.

Речные поймы могут рассматриваться двояко: как формы рельефа и как форма движения твердого стока.

Диагностические показатели – например, макроформы – это результат деятельности руслового процесса, а именно: излуины русла различных морфогенетических типов и стадий развития, острова и осередки, крупные побочни, пойменные массивы с разной геометрией рельефа, вторичность гидросети различной конфигурации и густоты, а также размеры и форму дна долины, и расположение на нем различных форм.

Деформации макроформ руслового рельефа осуществляются такими русловыми процессами, как: размыв (эрозия), перенос (транспортирование), отложение (аккумуляция) частиц твердого стока – горных пород. Интенсивность эрозионно-аккумулятивного процесса тем больше, чем больше степень кинетичности руслового потока, задаваемая уклонами дна долины, которые задаются геологическими структурами высоких порядков и их тектоническим режимом. В результате и в пределах одной крупной геологической структуры господствует свой тип руслового процесса и связанные с ним формы руслового рельефа, в том числе и поймы. Эрозия бывает: донная, боковая, поверхностная, которые определяются направленностью воздействия и местом приложения размывающих струй потока. В результате эрозионно-аккумулятивных процессов происходит постоянный обмен наносами между руслом и поймой, что является одной из характернейших черт в жизни речных пойм.

Литоморфогенез – совокупность явлений, связанных с формированием аллювиальных отложений руслового и пойменного рельефа в речных долинах. Все перечисленное взаимосвязано и служит отражением эрозионно-аккумулятивного процесса. В речных долинах с меандрирующими руслами речная излуина – основная форма рельефа и исходная ячейка при анализе и поиске закономерностей развития пойм; это местный стимулятор эрозионно-аккумулятивного процесса (Н. Н. Маккавеев, Н. В. Хмелева, 1969). Развитие излуины начинается со стадии прямолинейного русла с последующим ростом его кривизны до петлеобразной формы и далее спрямление русла происходит при прорыве шейки меандра. На

излучине господствуют циркуляционные течения, винт закрутки которых направлен от вогнутого берега к выпуклому, аккумулятивному. Здесь происходит отложение наносов в виде валов – тем большей высоты и контрастных сочетаний, чем больше центробежная сила циркуляционных течений (Петров, 1974, 1977).

Обвалование – формирование прируслового вала – происходит не на выпуклой, а на размываемой стороне. В этом случае ложом для вала служит не дно русла, а выровненная пойменными отложениями поверхность. Формирование таких валов происходит во время бурных половодий при интенсивном подъеме уровней, когда направление потока спрямляется, и он размывает бровку берегового склона. Продукты размыва и образуют наложенные валы.

Пойменные местообитания. Литолого-морфологические типы пойм соответствуют гидролого-морфологическим типам руслового процесса, в особенностях которого отражается характер как плановых деформаций и переформирований макроформ руслового рельефа, так и факторов, определяющих русловую процесс в целом. Пойма как литолого-морфологический комплекс образуется в результате боковых смещений русла и отложения аллювия, являясь внешним отражением эрозионно-аккумулятивного процесса. Исследования пойм, начиная с ранних работ почвоведов и геоботаников-луговедов, носят экологический характер. Для анализа пойменных ландшафтов и особенно прогноза их трансформаций при антропогенных нагрузках необходимо определить также фации, которые отражают качественную и количественную форму распорядка взаимосвязей и режимов в жизни поймы. Поскольку поймы – явления азональные (точнее, черты зональности затушеваны и отходят на второй план), первостепенная роль в их жизни принадлежит поемности и аллювиальности.

Поемность – важнейшая составляющая гидрологического режима рек – процесс затопления и опорожнения пойм. Различия в режиме поемности создают разнообразие экологических ситуаций на пойме, индикатором которых в первую

очередь служит растительность (фации: луговые, лесные, болотная растительность). Типы пойменных земель – территориально и генетически единая, пространственно изолированная часть поймы, ландшафтная структура которой есть отражение зонально и климатически обусловленного почвенно-растительного покрова, трансформированного особенностями литолого-морфологического строения пойменных массивов.

Пойменный массив – структурное и организационное единство территориально целого, выполняет роль регулятора режима стока и объема аккумулируемой воды, скорости водообмена между руслом и поймой находятся в зависимости от их морфологического строения. Водорегулирующая роль пойменных массивов определяется их общей конфигурацией и отрицательными формами рельефа, наличием путей поступления и схода воды – в целом их морфологическим типом, теснейшим образом, связанным с генезисом – развитием руслового процесса. Возраст пойм: современный, зрелый, старый. На пойме Иртыша распространено явление наложения современного пояса меандрирования на более старые.

2 Антропогенная трансформация гидрологического режима р. Иртыш

2.1 Природные условия поймы р. Иртыш

Река Иртыш пересекает территорию Павлодарской области с юго-востока на северо-запад, где ее долина с современной поймой составляет сплошную полосу в 1–15 км на левобережье, до 4–6 км на правобережье с общей протяженностью 700 км (рисунок 12).



Рисунок 12 – Физическая карта территории Павлодарской области (масштаб 1:4 000 000)

Абсолютные отметки поймы в пределах области составляют 84–170 м, высота над меженным уровнем воды р. изменяется от 2 до 6 м. Поверхность осложнена многочисленными протоками, старицами, песчаными гривами, береговыми валами. Климат в области характеризуется резкой континентальностью и отличается продолжительной суровой зимой с сильными ветрами и метелями, поздними весенними и ранними осенними заморозками, засушливым и жарким летом. Непосредственно в пойме р. Иртыш климат несколько мягче по сравнению с сопредельной местностью, за счет лесной зоны протяженностью 500 км. По сведениям гидрометеостанции г.Павлодара, среднегодовая температура воздуха изменяется в пределах 1,6° на севере области до 4,1° на юге. Средняя температура июля колеблется от +20,4 до + 22°C, максимальная составляет +35+40°C. В соответствии с рисунком 19 среднемесячная температура января достигает – 19,4°C на севере и –13,3°C на юге, минимальная температура равняется – 40°C. Относительная выравненность рельефа, незащищенность изучаемого региона от проникновения в ее пределы воздушных масс различного происхождения создают благоприятные условия для усиленной ветровой деятельности. Наиболее часты ветры юго-западного направления и только 5–6% наблюдаются штили. Средняя скорость ветра составляет 4–5 м/сек. Весной бывают сильные сухие ветры юго-западного и западного направления, которые высушивают верхний слой почвы и образуют пыльные бури. Среднее число дней с атмосферной засухой колеблется по всей пойме от 18 до 29 дней, максимум – 45 дней. Количество выпадающих осадков составляет за год в среднем 245–285 мм, максимум осадков обычно приходится на июль–август месяцы и составляет 130–150 мм. Сумма положительных температур (выше +10°C) достигает 2800–3000°C. Продолжительность залегания снежного покрова держится в среднем 140–150 дней и высота слоя не превышает 60–70 мм,

запасы воды в снежном покрове составляет в среднем 70 мм. Насыщение почвы поймы влагой происходит преимущественно за счет просачивания талых снеговых вод. По данным метеорологической станции г. Павлодара установлено, что весной запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы за многолетний период на территории поймы р. Иртыш составляют 90–110 мм. К концу вегетационного периода запасы продуктивной влаги в почве уменьшаются до нуля в засушливые годы и 20–30 мм в более влажные. Испарение с водной поверхности составляет 825 мм. Пойменные почвы Павлодарской области отличаются от зональных (каштановых и черноземных) более высоким естественным плодородием и имеют следующие особенности: оригинальность почвообразующих пород современно-аллювиальных наносов, радикальное периодическое изменение гидрогеологических условий почвообразования в связи с половодьями, изменение среды почвообразования в связи с направлением деятельности всей речной системы. В пределах поймы выделяются следующие типы почв: в прирусловой части залегают более молодые лесолуговые бескарбонатные слоистые почвы с содержанием гумуса 2,3 %. В центральной части распространены зрелые пойменные луговые зернистые почвы с содержанием гумуса 3,18 %. Почвы заняты высокопродуктивными сенокосами. Верхний горизонт аллювиальных отложений, являющихся почвообразующей породой, представлены суглинками. В притеррасной части преобладают пойменные луговые солончатые и засоленные почвы с содержанием гумуса 2,96 %.

В юго-восточной части Павлодарской области с Алтайского края заходят реликтовые ленточные боры, но в пределах исследуемого района эти леса утрачивают вид лент и образуют массивы на соответствующих боровых песках (рисунок 13). Основной лесообразующей породой является сосна обыкновенная. Из других древесных пород встречаются береза бородавчатая и осина. Лесные участки, роши и заросли кустарников на пойменных лесолуговых слоистых почвах встречаются лишь в виде узких полос, приуроченных к прирусловой пойме

или к берегам протоков. Основу пойменных лесов образуют тополя белый и черный, в дополнение к березе бородавчатой. По понижениям рельефа распространены ивовые заросли. По берегам многочисленных протоков и стариц встречаются лугово-болотные и болотные растительные группировки на соответствующих им почвах.



Рисунок 13 – Лес на боровых песках

Из фауны в пойме р. Иртыш встречаются 55 видов млекопитающих (лось, косули, лисица, суслики, хомячки и т.д.). Общее число птиц составило 213 видов, из них 105 гнездятся в пойме, прилегающей к территории г. Павлодара. По данным рыбинспекции г. Павлодара, видовой состав рыб р. Иртыш и его пойменных водоемов насчитывает около 20 видов. Среди них такие ценные, как осетр, стерлядь, нельма, лещ, судак, сазан, карп и т.д. В канале Иртыш–Караганда обитают рипус, толстолобик, пелядь. В целом, за последнее десятилетие растительный и животный мир поймы р. Иртыш существенно ухудшился, что проявилось в снижении численности, изменении видового состава и в территориальном размещении целого ряда животных. Вызвано это, прежде всего, отсутствием естественных паводков на р. Иртыш, что привело к резкой аридизации климата поймы и изменению всего биогеоценоза поймы. Также сказывается отрицательное воздействие хозяйственно-производственной деятельности человека: судоходство, сброс в реку неполностью очищенных сточных вод с промышленных предприятий, удобрений и отходов с

сельскохозяйственных предприятий, и частных секторов, периодические работы по углублению дна русла р. Иртыш.

2.2 Оценка влияния водохозяйственного строительства на водный режим реки

В основном русле р. Иртыш расположены три крупных водохранилища: Усть-Каменогорское, Бухтарминское и Шульбинское. Усть-Каменогорская ГЭС, имеющая напор 40 метров, эксплуатируется с 1953 года в составе Алтайской энергосистемы. Наиболее важным для управления водными ресурсами территории Павлодарской области являются Бухтарминская и Шульбинская ГЭС.

Бухтарминская ГЭС находится в пределах Восточно-Казахстанской области и состоит из русловой и озерной (оз. Зайсан) части. Первые агрегаты Бухтарминской ГЭС введены в эксплуатацию в 1960 году, и с весны этого года начато заполнение Бухтарминского водохранилища комплексного использования. Создаваемый плотинной подпор (67 м) распространяется на оз. Зайсан, перекрывая его естественный уровень на 6 м. Площадь водохранилища равна 5 490 км², в т.ч. оз. Зайсан – 3 750 км². Бухтарминское водохранилище – основной регулятор каскада. Месторасположение узла находится в г. Серебрянске. По оценкам специалистов (Пендров, Дьяконов, 1976), дальность влияния водохранилища Бухтарминской ГЭС распространяется вниз по р. Иртыш на расстояние до 1 500 км. Шульбинское водохранилище является русловым водохранилищем сезонного регулирования с комплексным использованием, находится также на территории Восточно-Казахстанской области. Створ плотины водохранилища находится в 3 км выше с. Бокшеново. Шульбинское водохранилище играет главную роль в весеннем обводнении поймы р. Иртыш. Бухтарминское водохранилище в этом случае работает полностью в режиме компенсирования. Расход попуска равный 3 500 м³/с складывается из боковой приточности на участке Бухтарминско-Шульбинской

ГЭС. Данный весенний попуск обеспечивает затопление 389 тыс. га земной поверхности (74 % площади поймы). Сток, поступающий в Шульбинское водохранилище, равняется сумме попусков из Бухтарминского водохранилища и объема боковой проточности по рекам Уба и Ульба.

Итак, эффект попусков в значительной мере зависит от объема боковой проточности. Шульбинское водохранилище вследствие своего малого объема не может быть дополнительным источником увеличения объемов попуска. Уменьшение на $0,15 \text{ км}^3$ с 1964 по 1998 г объема Бухтарминского водохранилища также является недостаточным для осуществления повышенных сбросов в целях обеспечения оптимальных условий ирригационного попуска.

В 1971 г был открыт один из крупнейших гидротехнических сооружений в СНГ водохозяйственного назначения – оросительно-обводнительный канал Иртыш – Караганда с пропускной способностью около $2,0 \text{ км}^3$ в год. Канал начинается у г. Аксу вверх по Иртышу от г. Павлодара. Вследствие значительной ширины поймы на этом участке и наличия размываемых грунтов, водозабор воды ведется не из главного русла реки, а из притока р. Белой. Общая протяженность канала в юго-западном направлении от Иртыш о г. Караганды составляет около 500 км, ширина по дну – 4 м, по верху – 40 м. Расход воды в головной части $75 \text{ м}^3/\text{сек}$ с расчетом самотечной подачи воды к первой насосной станции. Расход воды в канале варьирует от $45 \text{ м}^3/\text{сек}$ в холодный период до $95 \text{ м}^3/\text{сек}$ в вегетационный период [44].

В целом, рассматривая роль водохранилищ, можно сказать, что создание водохранилищ является одной из форм антропогенного преобразования природы, оказывающих сильное влияние на экосистемы водоемов. При этом возникает большое количество экологических, в первую очередь гидробиологических проблем, которые должны быть учтены при эксплуатации проектируемых и созданных водохозяйственных систем. Существенное влияние в последние десятилетия на сток реки оказывает наличие множества водозаборов и сбросных

каналов. Так, например, в створе р. Иртыш – Бухтарминская ГЭС зарегистрировано 73 водозаборных и 7 сбросовых каналов, оказывающих заметное влияние на сток (среднее годовое значение водозабора $3,15\text{--}3,62 \text{ км}^3$). В створе р. Иртыш – Усть-Каменогорская ГЭС, Шульба, Семиярское имеются водозаборы умеренных размеров $0,63\text{--}0,95 \text{ км}^3$. Однако, в целом для бассейна они достигают $3,78 \text{ км}^3$. На участке р. Иртыш – г. Павлодар среднегодовой размер водопотребления составляет $9,0\text{--}9,4 \text{ км}^3$ (забор в канал Иртыш – Караганда около $2,0 \text{ км}^3$ в год). В целом, в бассейне среднегодовое потребление с вычетом сбросов достигает $4,40 \text{ км}^3$.

Комплекс водохранилище – речной бассейн представляет собой определенную природно-техническую систему, в пределах которой водообмен формируется в результате взаимодействия антропогенного объекта Иртыш – водохранилища и природного объекта – речной бассейн. В этом отношении пойма – сложное структурное образование и является продуктом жизнедеятельности реки, результатом перемещения русла по долине, она имеет ряд природных, хозяйственных и экологических особенностей. Как указывают С. А. Смелов [45], В. И. Шраг [46], А. А. Максимов [47], качество пойменных угодий находится в тесной зависимости от высоты и частоты продолжительности стояния полых вод на них, и, в конечном счете, от климатических и физико-географических особенностей ее бассейна (количеством выпавших осадков, уровнем грунтовых вод и т.д.).

В отличие от русла р. Иртыш пойма имеет значительную ширину и площадь поверхности. Это приводит к тому, что при ее затоплении значительные объемы воды идут на заполнение пойменных емкостей. Вода поступает на пойму в период подъема уровней, частично возвращается в русло на спаде половодья. Часть объема воды составляет безвозвратные потери, идущие на заполнение различных бессточных пойменных емкостей и понижений рельефа, инфильтрацию и испарение. Все потери стока на пойме следует отнести к периоду спада уровней

половодья, их значение не превышает 10–12 % объема паводочного стока. Этот вывод основан на приближенных расчетах по бассейну р. Иртыш [19].

Существенное влияние на расчеты различных параметров и формирование пойм оказывает антропогенное воздействие в виде регулирования стока водохранилищами. Как было указано выше по тексту, в верхнем течении р. Иртыш расположен ряд ГЭС, из водохранилищ которых ежегодно производятся попуски необходимых для затопления поймы с целью повышения сельскохозяйственной продуктивности. Но организаторы пусков не используют весь потенциал и резервы каскада гидроузлов, все настраивается в угоду энергетического режима. Попусковая волна просто прокатывается по всей пойме, создавая кратковременное зеркальное покрытие земель и акватории. При этом допускается резкое снижение сброса из Шульбинского водохранилища с нарушениями пусков, из-за чего концевые массивы поймы Иртышского и Железинского районов недополучают объемы воды для затопления территории, что почвогрунты не успевают впитывать достаточно влагу и набираться запасами воды в корневую систему. Все эти действия отражаются на экологическом состоянии пойменных ландшафтов. В результате валовой сбор сена с лугов поймы уменьшился на 30–40 %, что свидетельствует о деградации пойменных ландшафтов. А урожайность сенокосных угодий, являющаяся одним из главных показателей экологического состояния растительных сообществ, зависит от 3-х факторов: плодородия почвы (питательный режим); суммарной температуры воздуха (температурный режим); длительности затопления (водный режим). Отсутствие либо нарушение одного из этих режимов, как известно, приводит к негативным явлениям. В конце концов, это приведет к изменению ботанико-экологического потенциала поймы р. Иртыш.

Под ботанико-экологическим потенциалом поймы р. Иртыш понимается способность ее продуцировать фитомассу. Чем выше экологический потенциал, тем больше продуцируется фитомасса. Установлено, что температурный режим

влияет на величину урожайности сена, но это влияние велико при температуре воздуха от 0 °С до +10 +15 °С. При температуре, равной +20 +30 °С, это влияние незначительное. Поскольку в Павлодарской области дневная температура воздуха летом составляет в основном +20 +30 °С, можно считать, что температурный режим будет сказываться незначительно на урожайность. Исходя из этого можно сказать, что при не изменяющемся плодородии почв и температурном режиме водный режим является определяющим. А при этом главное влияние на весь пойменный природный комплекс оказывает длительность, объем и срок половодья. Естественный режим половодья р. Иртыш имел два пика. Первый – весенний, вызывается таянием снега на равнинной территории водосборного бассейна р. Иртыш, во время которого затопляется почти вся пойма. Второй пик был связан с таянием снега и ледников в горах. Он приходил нам лето и обеспечивал затопление болот и долгопойменных сенокосов, а также поднимал уровень грунтовых вод на средне- и краткопойменных сенокосах. Урожайность достигала 50–60 ц/га.

После зарегулирования стока р. Иртыш (1959 г.) пойма затопляется при крайне скудном объеме воды, что негативно сказывается на всех компонентах пойменного комплекса. Слабые паводки способствуют росту засоления почв, оспариванию растительности, приводит к ухудшению состояния древесно-кустарниковой растительности. Продолжительность затопления поймы р. Иртыш и период пусков значительно меньше, чем при естественном режиме. Так, по нашим расчетным данным за 1998–2000 гг. продолжительность затопления поймы составила 17–15 суток, 1990 г. 30–25 суток, по сравнению 55–50 сутками в годы, предшествующие строительству Бухтарминской ГЭС. Так, с периодом естественного гидрологического режима (в нашем случае 1941 г.), когда пойма затоплялась полностью, может сравниться только 1966 гг. В отдельные маловодные годы (1983 г.) затопления поймы практически не наблюдалось, урожайность достигала 5,5 ц/га. Как видно из таблицы 2 в последнее десятилетие

(1990–2000 гг.) урожайность колебалась от 21,7 ц/га (1990 г.) до 10,7 ц/га (1999 г.). Из года в год снижается площадь затопления поймы (с 361,9 тыс. га (1990 г.) до 253,35 тыс. га (1999 г.)), что приводит к аридизации территории. В соответствии с рисунком 16 следует, что с каждым годом уменьшается объем попусков из водохранилища, что не обеспечивает полное затопление поймы р. Иртыш и, следовательно, снижается урожайность пойменных угодий.

Известно, что гидрологический режим реки находится в прямой зависимости от климата, но немаловажную роль в регулировании общей водности речного бассейна играет антропогенная деятельность. Строительство в верхнем течении Иртыша каскадом водохранилищ вызвало перераспределение стока реки во времени и по всей исследуемой территории. Водохозяйственные мероприятия привели к уменьшению как среднегодового, так и внутригодового распределения стока. Кроме того, водохозяйственные системы, действующие в русловой, сети показали влияние и на изменение уровня р. Иртыш.

Изменению стока рек различных регионов земли посвящен ряд работ многих исследователей (Дускаев К. К., Шенбергер И. В. [30], Денисов П. П. [48], Леонов Е. А. [49], Ленов В. Е. [50], Пивень Е. Н. [51], Гальперин Р. И. [52,53], Турсунов А. А. [54], Достаев Ж. Д. [55], Абдрашилов С. А., Болдырев В. М., Гальперин Р. И. [56] и др.), в которых показано реальное существование вековых трендов климатических характеристик и устойчивых тенденций изменения в стоковых рядах.

Оценка влияния хозяйственной деятельности на сток р. Иртыш выполнялась несколькими методами [57–66]. Это графический метод анализа по интегральным кривым стока, который дает в основном качественное представление об изменении стока под влиянием антропогенных факторов. Использовался метод антропогенных изменений стоковых характеристик (метод линейного тренда), предусматривающий сравнение каждого члена исследуемого ряда со всеми последующими членами этого ряда. Параметр линии тренда «в» отыскивался

методом наименьших квадратов. Восстановление стока в замыкающих створах проводилось путем подбора пункта аналога с достаточно надежным и длительным рядом наблюдений по установленным между ними регрессионным связям.

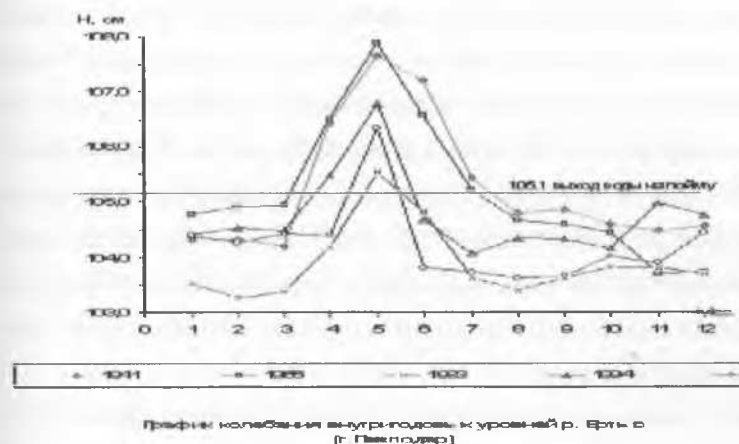


Рисунок 14 – График колебания внутригодовых уровней р. Иртыш (г. Павлодар)

Так, по постам Семиярское и Черлак (так как река была нарушена работой Усть-Каменогорской ГЭС и измерения не велись с 1959 г.), производился расчет по восстановлению ряда величин годового стока по наблюдениям поста аналога г. Павлодара.

Для восстановления ряда использовалось уравнение регрессии:

$$Q_i = Q_n + r \frac{\sigma_x}{\sigma_{xy}} (Q_{ia} - Q_{na}), \quad (1)$$

где Q_i – расходы конкретных лет;

Q_n – средний расход за конкретный период в расчетном створе N лет;

r – коэффициент корреляции между годовыми величинами стока в расчетном створе и створе реки аналога;

σ_n , σ_{na} – среднеквадратические отклонения годовых расходов рассматриваемой реки и реки аналога за период N лет.

Метод наименьших квадратов является наиболее строгим регрессионным методом нахождения уравнения связи между двумя переменными. Регрессия по методу наименьших квадратов позволяет найти уравнение прямой, которая наилучшим образом соответствует имеющейся связи двух переменных и дает возможность оценки надежности связи при помощи коэффициента корреляции (r). Регрессионное уравнение прямой по этому методу получается также при предположении, что оба ряда подчиняются закону нормального распределения. Основной смысл наименьших квадратов заключается в минимизации суммарного отклонения точек от прямой [64].

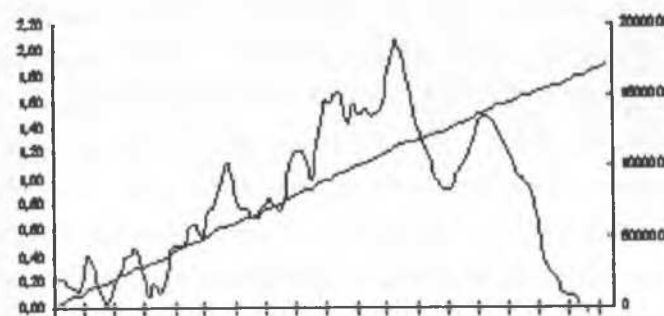
Метод разностных интегральных кривых позволяет определить момент, после которого хозяйственная деятельность на водосборе начинает односторонне сказываться на стоке рек в замыкающих створах и качественно характеризовать эти изменения. Кроме того, можно этим способом количественно, в первом приближении оценить изменения стока с результатами тем более надежными, чем больше величина относительных изменений [11].

Для исследования тенденций изменения гидрологических характеристик р. Иртыш использованы данные шести стоковых рядов: пять – в зоне антропогенного влияния водохозяйственных систем (1903–1994 гг.) и один (с. Буран) – в зоне формирования стока с практически естественным режимом, рассматривается с момента его открытия (1938–1994 гг.) [11, 57–66].

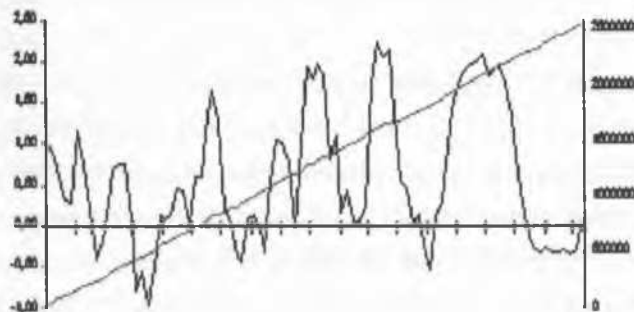
Исследования показали, что в колебаниях стока р. Иртыш в створе с. Буран можно выделить один полный цикл водности, состоящий из многоводной (1903–1973 гг.) и маловодной (1973–1994 гг.) фаз, что соответствует данным,

полученным в работе [35]. По остальным постам линия тренда явно невыражена, но величина изменения со знаком «минус», что свидетельствует об изменении стока реки в сторону уменьшения.

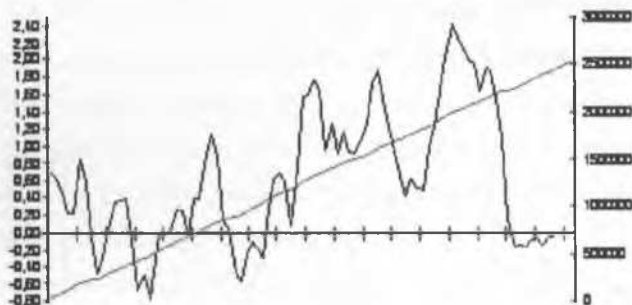
Значение доверительной вероятности наличия тренда или тенденции в исследуемых рядах уменьшается от 60,5 % у с. Шульба до 0,8 % у с. Черлак, то есть не соответствуют условию существования тренда или тенденции. По постам Павлодарской области явного тренда не наблюдается. По каждому посту графики колебания расходов в основном соответствуют друг другу, и это естественно, так как они располагаются на одной реке и примерно одинаковых физико-климатических условиях (рисунок 15 а, б, в, г). Период с 1903 по 1920, 1935–1940, 1950–1957, 1962–1963, 1974–1984 гг. соответствует маловодной фазе, период с 1920 по 1935, 1941–1949, 1958–1961, 1964–1973 гг. – многоводной фазе. Вторым периодом наблюдения, начиная с 1958 г., резко отличается от первого, его можно отнести к периоду нарушенного режима, и в основном характеризуется как маловодный период. Резкое уменьшение стока произошло в 1983 г., что хорошо прослеживается в створе с. Семиярское и г. Павлодара.



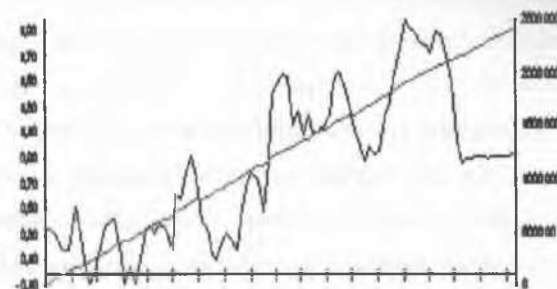
а) р. Иртыш – г. Усть-Каменогорск



б) р. Иртыш — с. Шульба



в) р. Иртыш — г. Павлодар



г) р. Иртыш — с. Черлак

Ось абсцисс — годы, ось ординат слева — суммарный модульный коэффициент годового стока, справа — суммарный объем стока воды (млн.м³).

Обозначения кривых: 1 — разностная кривая; 2 — суммарная кривая.

Рисунок 15 — График изменения среднегодовых объемов воды

В целом, можно отметить, что пониженное значение стока на этом промежутке русла, вероятно, объясняется аккумуляцией значительных объемов воды на пойме и, следовательно, повышенными потерями на испарение. Анализ изменения объемов стока за N=92 года на р. Иртыш показал, что наблюдается определенная хозяйственная деятельность, влияющая на сток реки, особенно хотелось бы отметить периоды 1910–15 гг., 1930–35 гг., вероятно, связано с переселением больших масс народа в эти места и соответственно с увеличением водопотребления. Следующие изменения стока реки можно отметить в период 1950–55 гг., что вероятно связано с развитием промышленности, особенно в Восточно-Казахстанской области. И явно выражено антропогенное воздействие на сток реки Иртыш в связи строительством каскада водохранилищ в период 1958–65 гг. Эта тенденция прослеживается и на российской стороне в створе с. Черлак, хотя разностная кривая менее выражена. Как мы в начале отмечали, что

зарегулированность стока реки повлияла на снижение объемов воды, но она также повлияла на уровневый режим Иртыша и стояние паводочных вод на пойменных ландшафтах.

Итак, применяемые методы по оценке хозяйственной деятельности на сток замыкающих створов Иртыша показали, что за последние 40 лет произошли значительные изменения стока и уровней воды, обусловленные влиянием водохозяйственного строительства в верхнем течении реки. Наиболее объективной оценкой влияния хозяйственной деятельности на сток может служить метод линейной регрессии. Сток р. Иртыш под влиянием хозяйственной деятельности за последние 40 лет уменьшился на 29% по сравнению с естественным периодом ($11,9 \text{ км}^3/\text{год}$).

В последнее время к существующим проблемам прибавляется строительство канала на территории КНР и планируемый отбор объемов вод из Кара Иртыш. По данным МИД РК, параметры строящегося на территории КНР канала Кара Иртыш-Карамай составляют: длина более 300 км, ширина 22 м, планируемый ежегодный забор воды из р. Кара Иртыш на этапе пуска составляет 5% стока и в перспективе возможно увеличение забора до 40% от годового стока Кара Иртыш. Планируемый ежегодный забор 20% годового стока Кара Иртыш составляет примерно 2 км^3 воды в год, при среднем много летнем годовом стоке реки Кара Иртыш около 9 км^3 . Однако, если ориентироваться на маловодную фазу р. Иртыш, в которой он сейчас находится и продлится еще более 10 лет, то годовой сток может снизиться в 2 и более раз. В этом случае, по расчетам Дускаева К.К. [35], постоянный забор воды в объеме 2 м^3 в год будет составлять 50 и более % годового стока Кара Иртыш.

2.3 Оценка влияния водохозяйственного строительства на гидрохимический режим реки

Река Иртыш является крупным водным объектом Республики Казахстан, имеет рыбохозяйственное использование и служит источником хозяйственно-

питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов Павлодарской области. По химическому составу речная вода относится к рекам с малой минерализацией и характеризуется повышенным содержанием в ней меди, цинка, железа и нефтепродуктов. Начиная с мая 1995 г. из-за отсутствия финансирования КНГидрометом прекращены регулярные наблюдения за качеством р. Иртыш в пределах Павлодарской области, а с декабря 1998 г. и в бассейне реки в пределах Восточно-Казахстанской области. Для характеристики качественного состояния речных вод Иртыш использованы данные контрольных измерений качества воды, выполненных областными управлениями Восточного Казахстана и Павлодарской области за период 1990–1999 гг. кроме того, использован материал сотрудников «Центра чистых производств» г. Павлодара совместно с французскими специалистами фирмы «ANTEA» при выполнении трансграничного проекта IASER «Улучшение качества воды реки Иртыш».

Известно, что на показатели качества речной воды существенно влияют водность года, сезонная и суточная динамика внутриводоемных процессов, связанных с действием как физико-химических (температура, прозрачность, процессы сорбции, десорбции, седиментации и т.д.), гидрологических (расход и уровень воды, скорость течения и интенсивность турбулизации воды, морфометрия, глубина и т.д.), так и биологических факторов (численность и видовой состав гидробионтов, их миграция, функционирование и т.д.) Изменения состава и свойств природных вод, приводящие к ухудшению их качества, происходят в основном под влиянием антропогенной деятельности, а также могут обуславливаться природными процессами. Биохимический режим реки Иртыш в верхнем течении (р. Кара Иртыш с. Буран) формируется за счет вымывания и растворения горных пород, поверхностного стока с территории водосборной площади и загрязняющих веществ, поступающих со стоком реки с территории КНР. В пределах территории Республики Казахстан отсутствуют прямые сбросы промышленных предприятий. Поэтому под влиянием сбросов, осуществляемых в

Бухтарминское и Усть-Каменогорское водохранилища, качество воды р. Иртыш не ухудшается. По индексу загрязненности воды этот участок реки характеризуется как умеренно загрязненный водный объект [67,68].

В районе г.Усть-Каменогорска и ниже по течению реки под влиянием сброса сточных вод предприятий Восточно-Казахстанского промышленного комплекса в р. Иртыш и ее притоки, уровни загрязненности реки Иртыш по отдельным показателям возрастают. Поверхностные воды наиболее загрязнены Си (23 ПДК), Zn (26,8 ПДК), нитратами (1,15 ПДК), ксантогенами (1,66 ПДК), нефтепродуктами (1 ПДК). Причина загрязнения бассейна р. Иртыш Си, Zn объясняется сбросом неочищенных шахтных вод Шубинского, Сокольского месторождений, недостаточно очищенных сточных вод обогатительной фабрики через Таловское водохранилище. В соответствии с индексом загрязненности этот участок реки относится к загрязненным водным объектам. На участке с. Семиарское до створа 22 км. выше г. Павлодара прямых источников загрязнения речной воды нет, поэтому гидрохимический режим на этом участке формируется под воздействием загрязнения приходящего с вышерасположенного участка (прямых источников) и рассеянных источников загрязнения на данном участке.

Непосредственно в районе г. Павлодара по данным Павлодарского областного управления охраны окружающей среды среднегодовые концентрации меди в реке за 1990 – 1999 гг. находились в пределах 2,1–6,0 ПДК, цинка – 1,0–8,0 ПДК, фенолов – 0,4–4,0 ПДК, нефтепродуктов 1,48–7,6 ПДК (рисунок 16).

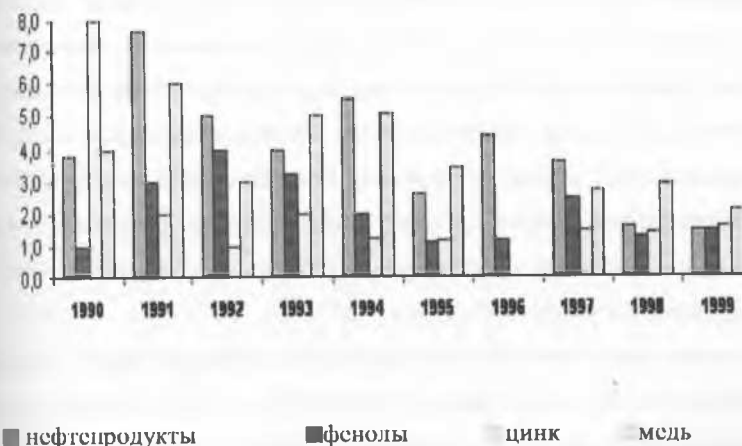


Рисунок 16 — Качество воды р. Иртыш в пределах Павлодарской области за период 1990–1999 гг.

Среднее содержание тяжелых металлов в р. Иртыш от ее верхнего течения по данным многолетних исследований ученых Семипалатинского университета «Семей» до с. Бобровское на расстоянии 1715 км. составляет: марганца, меди, цинка, молибдена – в 3,2–3,4 раза, кадмия – в 6,0–6,1 раза, свинца – в 7,6 раза и хрома – в 14,2 раза [24]. Концентрация тяжелых элементов в донных отложениях рек, дренирующих промышленные города, значительно повышены по сравнению с фоновыми величинами [69], так, например, марганца – в 1,8 раза, меди – в 7,0 раза, цинка – в 15,9 раза, кобальта – в 2,6 раза, молибдена – в 4,8 раза, свинца – в 16,3 раза, кадмия – в 10,2 раза, хрома – в 4,2 раза.

Донные отложения можно применить в качестве индикатора загрязнения водной среды тяжелыми металлами, так как они являются источником вторичного загрязнения вод. Наиболее геохимически подвижной и биологически доступной

для гидробионтов является растворенная форма нахождения высокотоксичных кадмия и свинца в воде. Содержание свинца в р. Иртыш на территории г. Семипалатинска изменяется от 16,45 до 54,93 мкг/л, среднее содержание составляет $29,09 \pm 11,91$ мкг/л, что в 9,70 раз выше «эталона» для незагрязненных пресных вод (3 мкг/л) и в 20,09 раз выше его кларка для речной воды (1 мкг/л).

Коэффициент варьирования составляет 27,04%. Содержание растворимой формы кадмия на этом участке р. Иртыш колеблется в пределах 0,53–1,20 мкг/л, среднее содержание составляет $0,88 \pm 0,04$ мкг/л, что в 4,40 раза выше «эталона» для незагрязненных пресных вод (0,2 мкг/л) и в 88 раз выше его речной воды (0,01 мкг/л) коэффициент вариации составляет 21,63%.

По составу анионов и катионов в воде р. Иртыш можно сказать следующее: минерализация в естественный период (1903–1958 гг.) гидрологического режима реки оставалась небольшой и изменялась в пределах 100–160 мг/л [70–80]. В течение всех лет вода реки имела хорошо выраженный гидрокарбонатный характер с преобладанием Ca^{2+} в составе катионов. Относительное содержание ионов HCO_3^- изменялось в пределах 28–29 % экв. Меньшее содержание HCO_3^- наблюдалось в весеннее время. Относительное содержание ионов Ca^{2+} изменялось в пределах 26–42% экв., причем в весеннее время уменьшалось вследствие повышения относительного содержания ионов Na. Среднее содержание нитратов, фосфатов и общего железа в речной воде в летнее время характеризуется следующими величинами: 0,055 мг NO_2^- /л; 0,063 мг P/л и 0,03 мг Fe/л. После зарегулирования стока р. Иртыш каскадом водохранилищ в химическом составе воды реки произошли изменения. Так, в период с 1961 по 1994 г. минерализация воды в среднем колебалась в пределах 142,0–230,2 мг/л, в отдельные годы до 316,6 мг/л (1972 г.), то есть произошло повышение в 1,1–1,7 раза по сравнению с естественным периодом. Колебания содержания сульфатов и хлоридов практически соответствуют колебаниям минерализации воды.

3 Бипродуктивность пойменных ландшафтов после строительства каскада водохранилищ

3.1 Влияние гидрологических факторов на биопродуктивность пойменных ландшафтов

Известно, что урожайность сенокосов в значительной мере зависит от климатических и гидрологических условий района. Особенно эта зависимость усиливается при воздействии антропогенной нагрузки на природные ландшафты, так как изменение гидрометеорологического режима региона приводит к существенным изменениям во всех компонентах экосистемы. Антропогенное воздействие на атмосферу приводит к загрязнению воздуха выбросами с промышленных предприятий, а через него к загрязнению почвы и водоемов. Нарушение гидрологического режима реки сводится в основном к уменьшению объема стока, снижению уровня и изменению качества воды, а через них к различным физико-химическим и биологическим процессам, происходящим на прилегающих территориях.

Наиболее чувствительным в экосистеме являются представители первого звена в трофической цепи – растения, которые, аккумулируя токсические соединения и тяжелые металлы, будучи прикрепленные к субстрату, передают их дальше животным и человеку. И, насколько развита пероксидаза (защитная функция) у растений к загрязнителям, настолько они устойчивы к различным изменениям в окружающей среде [11]. Она, в свою очередь, является индикатором, в нашем случае, абиотического стрессового состояния – к низким и высоким температурам воды и воздуха, кратковременным попускам, переувлажнению поймы, повышенному соленакоплению, загрязнению токсическими веществами и тяжелыми металлами и т.д.

3.2 Водный режим реки Иртыш

Ландшафты речных бассейнов – открытые системы, обменивающиеся со средой веществом и энергией. Активную ландшафтообразующую роль в пределах

бассейна р. Иртыш играют русловые водные потоки, которые осуществляют перемещение поступающих в реку наносов необходимых для функционирования аллювиальных ландшафтов. На функционирование и продуктивность пойменных угодий р. Иртыш оказывают такие факторы, как высота и частота продолжительности стояния полых вод над поймой, физико-географические особенности бассейна реки и качество природных вод.

Известно, что качество природных вод влияет как на урожайность пойменных угодий, так и на производство фитофильных рыб. В р. Иртыш насчитывается около 20 видов рыб (лещ, судак, окунь, карп, сазан, елец, налим, язь, карась, линь, ерш, плотва сибирская, щука, определенные экземпляры миноги), в т.ч. особо ценные осетровые (осетр, стерлядь) и лососевые (нельма), на которых запрещен лов. В канале Иртыш-Караганда обитает: рипус, толстолобик, пелядь, карп-карась (гибрид, 14-насосная). Отрицательные факторы загрязнения р. Иртыш повлияли на развитие и рост рыб. Исчез такой вид рыб, как пескарь, не выживает щука. По данным рыбинспекции г. Павлодара добыча рыбных запасов на 1998г. уменьшилась в 16 раз по сравнению с 1951г. Отрицательными факторами, влияющими на экологическое состояние реки и ее поймы, являются:

- судоходство (попадание нефтепродуктов в речную воду);
- сбрасывание в реку не полностью очищенных сточных вод с промышленных предприятий, удобрений и твердых отходов с сельскохозяйственных предприятий, и частных секторов. наибольшую опасность представляют нефть, нефтепродукты, пестициды, металлы, детергенты, антисептики и др.;
- насосные станции не оборудованы рыбозащитными сооружениями, что приводит к массовой гибели молодых рыб;
- периодические дноуглубительные работы и добыча строительного материала, приводящие к разрушению зимовья рыб;

– зарегулирование реки каскадом ГЭС, нарушающее гидрохимический и гидрохимический режим р. Иртыш;

- недостаточная мелиорация водоемов, зарастание участков лова тростником;
- изменение температурного режима реки за счет сброса нормативно-чистых вод ГЭС г. Аксу, поступающих в протоку Старого Иртыша и Южного водозабора в протоку Усолка.

Перечисленные факторы существенно влияют на экосистему поймы р. Иртыш, приводят к адаптационному синдрому в условиях обитания гидробионтов и бентосных сообществ, что в свою очередь заканчивается летальными исходами для отдельных видов сообществ. Также немаловажную роль на функционирование и продуктивность пойменных угодий Павлодарской области играет нарушение температурного режима реки. При охлаждении турбин и различных промышленных теплообменников образуется огромное количество нагретой воды, температура которой выше природных вод, что при сбросе такой нагретой до +40 +50°C воды в естественный водоем происходит так называемое «тепловое» или «термическое» их загрязнение (термическое эвтрофирование), это отрицательно сказывается на многих сторонах жизни экосистемы поймы р. Иртыш [38,80]. Городскими, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами, даже прошедшими полную биохимическую очистку, в р. Иртыш попадает некоторое количество опасных загрязнителей (фенолы, пестициды, ядохимикаты, тяжелые металлы, ртутные соединения, мышьяк, хлориды и т.д.). С процессами, происходящими в биоте водного объекта, связано перераспределение и миграция химических элементов. Тяжелые металлы такие, как свинец, медь, цинк, хром, никель, кобальт, ртуть, молибден, теллурий, благодаря химическим и биологическим свойствам имеют тенденцию к гео-биоаккумуляции. Сведения о микроэлементном составе биоты в водоемах дают важную информацию о состоянии водной экосистеме в целом. В биомониторинге водоемов, как показал обзор литературных данных [81–87], наиболее эффективными индикаторами

изменения уровней загрязнения среды являются моллюски, водные беспозвоночные, водоросли. Для большинства микроэлементов, в т.ч. тяжелых металлов, наибольшее значение бионакопителя свойственны бентосу, фито- и зоопланктону. Во многих случаях степень загрязнения лучше характеризуется по видовому разнообразию, чем по составу. Например, минимальное видовое разнообразие наблюдается в ключах и в местах спуска сточных вод, но эти два типа местообитания резко различаются по составу населения. Средние и высокие концентрации некоторых тяжелых металлов приводят к гибели почвенной микрофлоры и образованию специфического видового состава микро-организмов, для формирования которого требуется длительный период времени. В это же время может происходить как бы вторичное (внутреннее) загрязнение почвы, связанное с сильной десорбцией и выносом загрязненных веществ в грунтовые воды, которые в свою очередь влияют на экологическое состояние пойменных угодий [88].

Основной проблемой при освоении и использовании пойменных лугов является создание такой системы, которая позволяет длительное время сохранять более или менее устойчивую продуктивность травостоя и одновременно предотвращать процессы деградации. Антропогенные факторы, входящие в эту систему, заслуживают особого внимания, поскольку находятся во власти человека, им создаются и регулируются. Наличие ряда серьезных недостатков, вытекающих из недоучета биологических основ рационального ведения хозяйства (усиленное использование пойменных угодий, засоление лугов, недостаточное или избыточное увлажнение и т.д.) ведет к быстрой смене растительного покрова, появлению временных с плохим качеством группировок. Из многочисленных природных факторов, определяющих урожайность пойменных угодий, смену растительных сообществ, гидрологические и метеорологические условия, являются решающими, поскольку обладают наибольшей изменчивостью. Изучение водного режима растений проводилось рядом исследователей

[8,14,38,43,89]. Исследования показали, что растения различных местообитаний и биоэкологических особенностей имеют свои приспособления к окружающей среде и характеризуются индивидуальными особенностями показателей водного режима, что подтверждается нашими исследованиями (таблица 1). По таблице видно, что в естественных условиях, до зарегулирования стока Бухтарминской плотиной, пойма р. Иртыш периодически заливалась водами половодий. В связи с зарегулированием р. Иртыш (1959 г.) каскадом водохранилищ в верхнем течении резко уменьшились объемы весеннего половодья, что отрицательно повлияло на выход половодья на пойму и привело к началу процессов засоления почв и ксерофитизации растительных сообществ.

По полевым исследованиям (1997–2000 г.) выяснилось, что в настоящее время на средних уровнях поймы распространяются полынно-типчаковые и галофитно-полынные группировки, которые в высоких частях поймы переходят в остепненные луга и степные сообщества. В целях выявления степени зависимости урожайности от объема попусков были произведены расчеты за период зарегулирования стока (1961–1999 гг.) каскадом водохранилищ, расположенных в верхнем течении р. Иртыш. Получены параметры кривой обеспеченности при $n = 25$ стока р. Иртыш: $C_v = 0,36$, $\sigma_{C_v} = 15 \%$, $C_s = 4C_v$ и урожайности: $C_v = 0,28$, $\sigma_{C_v} = 14,4 \%$, $C_s = 3C_v$. При сопоставлении совмещенных кривых теоретические кривые, построенные для стока при $C_s = 4C_v$ и урожайности при $C_s = 3C_v$, лучше соответствуют эмпирической кривой в зоне обеспеченности 1–90 %, в связи с этим принимаются за расчетные. Среднее значение расхождения в величинах W_p составляет 4,2 % и $Y_p - 2 \%$. График зависимости урожайности пойменных лугов от обеспеченности весеннего половодья (рисунок 17) показывает, что наибольшая урожайность растительных сообществ наблюдается при обеспеченности 50–70 %, максимальная – при P равном 65 %, что соответствует годам средней водности, тогда как в маловодные и многоводные снижаются. Аналогичные выводы получены для поймы р. Шу [90].



Обозначения кривых: 1 — эмпирическая кривая; 2 — воспроизводство рыбных запасов по Фашевскому; 3 — соленакопление в почвах пойменных лугов по Бурлибаеву. Показатель обеспеченности объёмом воды: A, B, C — соответственно для кратко-, средне-, долгопоемных лугов.

Рисунок 17 — Зависимость биопродуктивности пойменных лугов от обеспеченности весеннего половодья и паводков (P%) на примере р. Иртыш

В целом можно сделать вывод, что все в экосистеме взаимосвязано, изменение одного компонента в ландшафте приводит к изменению всей системы. Устойчивость экосистемы поймы р. Иртыш зависит не в меньшей степени и от антропогенных факторов, и задача работы водохранилищ должна состоять в том, чтобы регулировать потребности речной системы с учетом отводности реального года для поддержания экосистемы поймы, то есть работа должна быть направлена не только на выработку электроэнергии, но и на сельское хозяйство области.

3.3 Загрязнение стока реки

Биологическое равновесие экосистем поддерживается многочисленными подвижными связями организмов и растений между собой и окружающей абиотической средой. При антропогенном воздействии это равновесие нарушается, что отражается на видовом составе и продуктивности биоценозов. Изменения видового состава происходит уже при столь слабом загрязнении воды и почв, которое еще не может быть обнаружено с помощью химического или бактериологического метода [97,98].

Зарегулирование стока воды р. Иртыш меняет ее гидрологический режим, что сводится к замедлению скорости течения, регулированию уровня, изменению качества воды и т.д. Качество воды крупной водной артерии, как Иртыш, зависит от состояния малых рек (притоков), стоков, которые ее питают. Поэтому борьба за качество воды должна начинаться на малых водотоках, стоках промышленных предприятий, ферм и т.д. Города, промышленные поселки, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, находящиеся на берегах р. Иртыш, потребляют большое количество свежей воды и сильно загрязняют различные водотоки.

В межень и маловодные годы сток реки незначительный, вследствие этого процессы самоочищения сильно замедляются, и река загрязняется в недопустимых пределах. Процесс этот усугубляется тем, что ядохимикаты, пестициды и минеральные удобрения с сельскохозяйственных и лесных площадей, смываясь снеговыми и дождевыми водами, попадают в реку, по которой транспортируются дальше. А при ежегодном весеннем половодье пойма р. Иртыш заливаются речной водой, вследствие чего происходит аккумуляция загрязняющих веществ на пойменных ландшафтах.

По мере падения горизонта пойменных вод и перехода к межени режиму реки на поверхностный сток большое воздействие оказывают корневые системы растений. Поверхностный сток с возвышенных площадей, попадая в пойменные заросли

макрофитов, задерживаясь ими, просачивается в почву и движется дальше к реке подземным стоком. При этом практически задерживаются все взвешенные вещества, и вода поступает в реку освобожденной не только от взвешенных суспензий, но и частично от многих растворенных загрязняющих веществ.

Так, известно, что крупные макрофиты (тростник, рогоза) способны извлекать из воды большое количество биогенных элементов – азот, фосфор, кальций, натрий. Кроме того, способны поглощать нитратный и аммиачный азот и обладают устойчивостью к солям тяжелых и цветных металлов (медь, цинк, хром, железо) [99], но у других растительных сообществ повышенные концентрации этих элементов (более 5 мг/кг сухой массы) подавляет фотосинтез, дыхание, митоз, ростовые процессы и в целом их продуктивность [100–115]. Так, повышенное содержание свинца (более 0,2–0,5 мг/л) токсично не только для растений, но и для животных и человека, а при концентрации свинца 1–2 мг/л некоторые виды растений погибают, например, элодея.

Особое значение следует придавать ихтиологическим данным, когда речь идет об ущербе, причиняемом сточными водами рыбному хозяйству. Токсикологическими исследованиями санэпидемстанции г. Павлодара установлено, что содержание хлорорганических пестицидов в воде, растениях и рыбе в концентрации выше предельно допустимых. Значительное количество токсикантов сосредоточено в органах рыб – жире, мозге, печени. Наибольшее количество тяжелых металлов накапливают такие рыбы, как карась, плотва, елец, значительно в меньшей степени хищные рыбы – окунь, щука.

4 Разработка комплекса управленческих мероприятий по стабилизации экосистемы Павлодарского Прииртышья на основе ландшафтного картирования

4.1 Современное состояние ландшафтно-экологической устойчивости природно-хозяйственной системы Павлодарского Прииртышья

Современный ландшафт сухостепного Прииртышья является исторически сложившейся геосистемой, который создавался на протяжении 350–600 тыс. лет, начиная с раннего плейстоцена. Так, ввремя демьяновского оледенения (350–475 тыс. лет) на аллювиальных доледниковых толщах происходило образование озерно-речных разливов Прииртышья и связанных с ними лёссовидных толщ. Более 130–350 тыс. лет назад (средний олигоцен) формируется третья надпойменная терраса и кулундинская аллювиальная свита (тобольское межледниковье, 250–350 тыс. лет). Это было время великих прарек и переуглубления долин [116, 117].

Более современный вид ландшафты изучаемого региона приобрели в позднем плейстоцене (20–130 тыс. лет), когда происходило формирование II (40–130 тыс. лет) и I (20 тыс. лет назад) надпойменных террас долины р. Иртыш. В течение казанцевского межледниковья (70–130 тыс. лет) образовались карасукская и касмалинская (верхняя точка) аллювиальные и озерно-аллювиальные свиты. Этот период характеризовался эрозионным углублением речной долины [118], а дальнейшая эоловая и аридно-денудационная переработка рельефа (каргинское межледниковье, 25–40 тыс. лет) привела к частичному отмиранию гидрографической сети. Главные структурные элементы ландшафта Павлодарского Прииртышья возникли в голоцене, то есть за последние 10–20 тыс. лет (сарганское оледенение) с образованием I надпойменной террасы речной долины. Надо отметить, что за этот период гидрографическая сеть уже была хорошо развита, образовались высокая (7500–10000 лет) и низкая (от 7500 лет по настоящее время) поймы. Преобладающей растительностью на всем протяжении

развития ландшафтов сухостепного Прииртышья являлись травы и кустарники – злаки, разнотравье, лебедовые, полыни и т.д. Климатические эпохи, сопутствующие геологическим периодам, изменялись от плювиальной прохладной до ксеротермической, вследствие этого господствующими ландшафтами были степные и лесостепные, которые в позднем плейстоцене сменились на степные и сухостепные. Исходя из эволюции ландшафтов исследуемого района, можно отметить, что их структурно–динамические свойства, благодаря саморегуляции, находились в относительном соответствии с окружающей средой, то есть долгое время оставались сравнительно устойчивыми системами. Начало хозяйственного освоения земель рассматриваемой территории и в дальнейшем ее усиление привели к значительному видоизменению ее ландшафтов. Так, по литературным источникам [117 и др.] антропогенная деятельность на территории исследуемого района началась еще с раннего голоцена (10 тыс. лет назад) и практически сводилась к охоте и рыболовству, приведшим к началу обеднения животного мира в Прииртышье. Появление около 4 тыс. лет назад в начале пастушеского (оседлое и полукочевое–яйлажное), а затем 2500 лет назад кочевого (преимущественно овцеводство и коневодство) скотоводства и примитивного земледелия уже существенно сказалось на пойменных и степных ландшафтах региона.

Результатом перечисленных антропогенных воздействий на природные комплексы территории стали следующие процессы: сведение степных лесов, пастбищная дигрессия, ветровая эрозия почв.

Усиление перечисленных процессов пришлось на вторую половину XVIII, XIX и начало XX веков и заключалось в частной распахке степных земель (залежная система земледелия) и пастбищном животноводстве, и в дальнейшем (середина XX в) в массовом освоении целинных и залежных земель (паро-зерновая и паропропашная системы земледелия).

Изложенное позволяет нам сделать следующие выводы: во–первых,

современное состояние ландшафтной системы Павлодарского Прииртышья является лишь определенной стадией в длительной геологической эволюции; во–вторых, дальнейшее усиление антропогенного воздействия на пойменную экосистему р. Иртыш (регулирование стока реки и ее притоков, строительство водозаборных каналов, водоотведение на рельеф поймы и т.д.) может привести к ускорению процесса трансформации пойменных и степных ландшафтов из состояния гидроморфно–засоленного в неозлювиальное степное и полупустынное состояние. Поэтому необходимость научного предвидения пространственно–временных и структурно–динамических трансформаций пойменных и степных геосистем Павлодарского Прииртышья, обусловленных природно–антропогенным влиянием, приводит к применению регионального прогнозирования, главный принцип которого – исторический подход к прогнозируемому объекту, рассмотрение его в процессе развития [119–121], что было сделано нами выше.

Анализ литературных источников [117, 122, 123 и др.] показывает, что параметры прогнозирования могут зависеть с одной стороны от таксонометрического ранга исследуемой территории, с чем связана ее динамическая подвижность – устойчивость, с другой – от масштабов и интенсивности ее хозяйственных преобразований.

Для оценки современного состояния пойменно-лугового ландшафта Павлодарского Прииртышья, где возраст литогенной и биогенной составляющих почти совпадает (поздний голоцен) нами составлена ландшафтная карта поймы р. Иртыш в масштабе 1:100000. Настоящая ландшафтная карта является одним из первых комплексных исследований работ в долине р. Иртыш, при составлении которой использованы полевые инженерно-геологические (1987–1992 гг.) и ландшафтные (1997–2001 г.г.) исследования автора, литературные источники [19, 118, 123, 124,] и картографические материалы [125–131].

Методика составления крупномасштабной ландшафтной карты долины р. Иртыш сводилась к следующим этапам:

выделение контуров однородных природно-территориальных комплексов (ПТК) на топографической основе;

- классификация ландшафтов "сверху-вниз";
- корректировка на основе этой классификации выделенных контуров ПТК

и отнесение их к тем или иным классификационным единицам;

- корректировка этой классификации с учетом выделенных на карте контуров.

– Выделение ПТК на топографической основе производилось по следующим определяемым признакам:

- характер рельефа и литологические особенности отложений;
- особенности почвенного и растительного покровов;
- особенности морфологической структуры ландшафта.

При составлении классификации ландшафтов поймы р. Иртыш, основанной на историко-генетическом и структурном принципе, производилась систематизация ПТК от более простых к изображению на карте более сложных комплексов. В процессе картографирования, исходя из масштаба карты и разработки легенды к ней, нами принята следующая система ландшафтной дифференциации: класс (подкласс) – урочище – тип – вид. За основную, иерархическую единицу экосистемы на ландшафтной карте взяты урочища мозаичного и линейного взаиморасположения. В легенде дана развернутая характеристика каждого выделенного урочища, которые систематизированы согласно ведущим признакам их дифференциации. Все урочища по признаку общности расположения, одной почвенной и геоботанической разности, характера увлажненности объединены в группы урочищ. Всего на карте восстановленных естественных ландшафтов Павлодарского Прииртышья нами выделены 3 класса ландшафта (таблица 1), состоящих из 4-х групп урочищ, которые объединяют 18 конкретных ПТК данного морфологического уровня (рисунок 18).

Доминантной группой урочищ на пойменном ландшафте р. Иртыш является средняя пойма. Это наиболее продуктивная часть поймы, представленная разнотравно-злаковой растительностью (кострец безостный, кровохлебка аптечная, лапчатка серебристая и др.) с урожайностью 27–28 ц/га.

Группа состоит из 5 характерных для нее урочищ. Фоновым урочищем, занимающим 81% от общей площади сенокосно-пастбищных угодий, является участок поймы со среднепоемными (умеренно-увлажненными) сенокосами со злаково-разнотравной в комплексе со злаково-солодково-разнотравной мезофитной растительностью с группами кустарников на пойменных луговых слабо развитых слоистых почвах повышенных участков поймы.

Вторым наиболее распространенным урочищем на пойме р. Иртыш в пределах рассматриваемой территории является низкая пойма, занятая под осоками, камышовыми и тростниковыми сообществами средней урожайностью 16,5–22,8 ц/га, площадью 357,4 га, то есть 10 % от общей площади пастбищно-сенокосных угодий. Группа состоит из 6 характерных для нее урочищ, фоновым из которых является прирусловый эрозионно-аккумулятивный участок поймы с долгопоемными сенокосами, наиболее увлажненными, периодически заливаемыми попусками со злаково-разнотравной растительностью.

Высокая выровненная часть поймы с недостаточным поверхностным и грунтовым увлажнением, преимущественно с галофитной типчаково-ковыльно-тырсовой растительностью на темно-каштановых почвах с урожайностью от 4 до 20 ц/га занимает богарную часть пойменного ландшафта. На участках поймы со значительным количеством сорных впадин и озерных котловин растительность представлена полынно-солянковыми низкопродуктивными сообществами.

Сухостепной ландшафт Павлодарского Прииртышья представлен аллювиальной, слаборенированной плоской равниной, на которой выделяются I и II надпойменные террасы, Кулундинская волнистая равнина, Карасукская озерно-аллювиальная слаборасчлененная равнина, дельта и днища ложбин древнего стока

правобережья. Все эти виды ландшафта в основном с типчаково-ковыльно-тырсовой растительностью на темно-каштановых почвах с солонцами. Структура урочищ аллювиальной равнины носит как линейный (левобережье), так и линейно-меридианальный (правобережье) характер, что связано с историей развития ландшафтов Павлодарского Прииртышья [118].

В самостоятельный вид выделен аквальный ландшафт (р. Иртыш, протоки, озера с характерными для них морфологическими и биоценозными данными. Огромную роль в формировании и развитии урочищ пойменного и сухостепного ландшафтов играет глубина залегания и минерализация грунтовых вод, а также наличие поверхностного увлажнения. С удалением от русла реки глубина залегания и минерализация грунтовых вод понижается, а химический состав варьирует от гидрокарбонатно-натриевых до сульфатно-хлоридно-кальциевых.

Полевые исследования автора [132] выявили следующие рельефообразующие процессы, интенсивно проявляющиеся в пределах рассматриваемого района: водная и ветровая эрозия, суффозия, засоление почв, аккумуляция. Развитие этих процессов обусловлено геолого-геоморфологическим строением и физико-географическими условиями района, а также антропогенной деятельностью.

Наиболее сильно, практически на всем протяжении русла реки, развита водная эрозия, в особенности разрушению подвергаются берега на вогнутых участках. Разрушение берегового склона замедляется там, где есть наличие пойменных участков, так как паводки не достигают основания крутой части склона. В период снеготаяния и сильных дождей на склонах многочисленных озерных котловин как на левом, так и на правом берегах р. Иртыш образуются овраги и промоины. Обычно в местах развития овражной сети встречаются суффозионные процессы, которые в какой-то мере принимают участие в образовании макро- и микрорельефа. Это находит отражение в наличии в присклоновых участках речных террас замкнутых понижений суффозионного происхождения, зачастую занятых

Ветровая эрозия на территории Павлодарского Прииртышья также получила широкое развитие. Особенно интенсивно она проявляется на участках пахотных земель. О масштабах древней ветровой эрозии может говорить тот факт, что в юго-восточной части Павлодарской области распространен песчаный бугристо-грядовый рельеф. Наиболее интенсивному размыву подвержен правый берег р. Иртыш, где развиты процессы разрушения склонов и оврагообразования. Например, в пределах г. Павлодара происходит разрушение берегового склона, обусловленное боковой эрозией реки (особенно в период паводков), суффозионными процессами, поверхностным стоком и дефляцией. Особенно сильное разрушение склонов происходит на внешней стороне крупных излучин р. Иртыш (рисунок 19). Разрушение берегов на разных участках исследуемого района происходит с различной интенсивностью, что связано с разнохарактерными воздействиями вышеперечисленных факторов (боковая эрозия, суффозия и др.). Опрос населения и материалы съемок за 1958, 1983, 2000 годы показали, что за последние 40 лет берег в районе правобережья г. Павлодара отступил не менее, чем на 50–55 м [133, 134]. Следовательно, скорость разрушения составила в среднем 0,5–2 м в год. Правобережную террасу от поймы р. Иртыш (район г. Павлодар) отделяет обрывистый уступ высотой 18–22 м с резко выраженной извилистой бровкой (рисунок 20).

В средней части уступа встречаются сочащиеся родники (зона разгрузки первого водоносного горизонта). В нижней части этого уступа второй водоносный горизонт имеет зону разгрузки в виде нисходящих эрозионных источников. Основание уступа изрезано сетью мелких канав, по которым стекают сточные воды и родники в реку. Границей между антропогенным и естественным ландшафтами служат овраги. Овражная система не укреплена, и поэтому они быстро растут вглубь и вширь и при своем углублении дренируют водоносный горизонт.

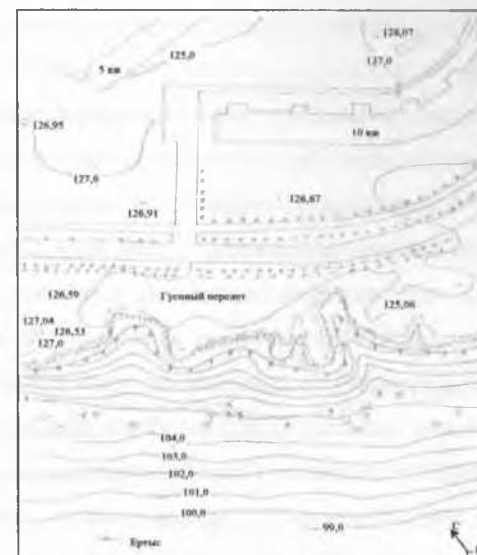


а) 1958г.



б) 1983 г.

Рисунок 19 – Берег и дом на ул. Достоевского (г. Павлодар)



Условные обозначения:

эрозионная береговая линия

по состоянию на:



– 1958 г.



– 1983 г.



– 2000 г.

105.0

– изоглинии

5 кв

– жилые дома



– родник



– камыш



– заболоченность



– лесопосадка

Рисунок 20 – План участка «Гусиный перелет» г. Павлодар (с дополнением автора) масштаб 1:1000

Развитие строительства вдоль уступа первой надпойменной террасы, где получили развитие вышеперечисленные физико-геологические и гидрологические процессы, чревато последствиями, влияющими на устойчивость зданий и сооружений. Под угрозой разрушения находится и территория

палеонтологического захоронения "Гусиный перелет", являющееся визитной карточкой г. Павлодара.

4.1.1 Антропогенные модификации пойменных ландшафтов

Антропогенное воздействие, то есть влияние производственной и непроизводственной деятельности людей на природные ландшафты Павлодарского Прииртышья отмечается еще с V тыс. до н.э. (культура позднего палеолита–мезолита) и заключалось в собирательстве (охота, рыболовство). С середины II тыс. до н.э. (афанасьевская культура ранней бронзы) уже сформировались примитивные земледельческие и скотоводческие типы хозяйствования, которые в процессе развития с I половины XVIII в. в период присоединения Казахстана (Младшего и Среднего жузов) к России и переселения крестьянства из Европейской России в степные районы, явились основными факторами воздействия на естественные ландшафты региона. Далее, в процессе человеческой деятельности на территории Прииртышья появилось множество модификаций первичной геосистемы (сельскохозяйственные, промышленные, селитебные, дорожно-техногенные, лесо- и водохозяйственные, рекреационные), которые действуют на ПТК совместно с другими факторами (климатогенный, биогенный, гидрологический) в комплексе. Изучение степени изменения естественных ландшафтов явилось главным в выборе критерия оценки природных комплексов при классификационных построениях в процессе составления карты антропогенных модификаций поймы и прилегающей территории р. Иртыш масштаба 1:100000, основой для которой послужила ландшафтная карта (составленная авторами) в масштабе 1:100000 и карта использования земельных ресурсов в масштабе 1:100000 [136]. В ходе работы над картой были проанализированы различные виды антропогенной деятельности, возможные негативные последствия воздействия на элементы геосистемы и определена степень нарушенности ландшафтов под влиянием антропогенных факторов.

В основу выделения таксонометрических единиц антропогенных ландшафтов положен вид хозяйственного использования территории. Учитывая типологическую классификацию антропогенных ландшафтов Н. Ф. Милькова [137, 138], нами принята следующая система единиц: класс, подкласс, тип. Основными критериями выделения класса являются виды хозяйственного использования территории. Всего выделено 7 классов (сельскохозяйственный, лесо- и водохозяйственный, дорожно-техногенный, селитебный, техногенный, рекреационный), которые делятся на 24 типа, отражающие генезис, орографию, почвенно-растительный покров и условия увлажнения.

Рассмотрим подробнее характеристику каждого выделенного класса. В соответствии с использованием сельскохозяйственные ландшафты подразделяются на подклассы: животноводческие (пастбищные) и земледельческие, в которые входят следующие типы сельскохозяйственных ландшафтов: пашня, пастбища, сенокосы.

Пашня занимает в основном богарные земли, появившиеся после распашки целинных и залежных земель и высокую часть центральной поймы р. Иртыш. Площадь пашни занимает 43% от всей площади сельскохозяйственных угодий (265,0 тыс. га), из них 6% (17,0 тыс. га) составляет орошаемая пашня.

Ежегодная распашка земель способствовала изменению водного баланса и микроклимата территории, что приводит к возможному ускорению процесса остепнения гидроморфных ландшафтов. Другой фактор – искусственное орошение земель – изменяет динамику, режим и химизм грунтовых вод. Рассоление солонцов и солончаков при мелиорации является положительным фактором в улучшении водно-физических свойств орошаемых почв, однако нерегулируемое, избыточное увлажнение приводит к засолению почв и впоследствии к выходу их из хозяйственного оборота [139]. Обработка тяжелыми сельскохозяйственными машинами приводит к разрушению структуры почв, на которых в последствии интенсивно развивается процесс эрозии и дефляции.

Степень изменения ландшафтов составляет 100%. Пастбища распространены в основном на богарной части сухостепного и пойменного ландшафтов Павлодарского района и занимают 38% (235,2 тыс. га) от площади сельскохозяйственных земель территории, из них 19% (45 тыс. га) – на пойме р. Иртыш. Пастбищные угодья представлены тырсово-типчачковыми с волоснищевыми и полынными сообществами на темно-каштановых почвах с солонцами. Все пастбища рассматриваемого района по их состоянию делятся на суходольные (70%) со средней урожайностью 6,1–8,4 ц/га и заболоченные с низкой урожайностью (2,5 ц/га). Среди суходольных пастбищ различают сеянные (15%), травостой которых изряжен на 10–15% сорными видами растений, и в естественном состоянии. Площадь в 147,8 тыс. га (62% от всей площади пастбищных угодий) занята под пастбищами коренного улучшения, это наиболее интенсивно и продуктивно используемая под животноводство часть территории. В отдельную группу выделяются выбитые пастбища, которые распространены по всей территории Павлодарского района общей площадью более 2 тыс. га (около 1%). Показателями сбоя является полынь австрийская, которая нормально переносит засоление почв и хорошо поедается овцами. Из-за чрезмерной нагрузки на пастбища повсеместно нарушается динамическая устойчивость песчано-степных и луговых массивов, деградирует растительность, уничтожается дернина и сама почва. Выбитые пастбищные земли подвержены ветровой и водной эрозии. Степень изменения пастбищных ландшафтов составляет 100 %.

Третьим типом сельскохозяйственного производства являются сенокосы, которые занимают пойменную часть рассматриваемого района, площадью в 42 тыс. га со средней урожайностью 8,1–27,8 ц/га. Сенокосы поймы р. Иртыш подразделяются на:

- суходольные, занимающие повышенные участки поймы со злаково-разнотравной в комплексе со злаково-солодково-разнотравной (пырей ползучий, солодка уральская, кровохлебка аптечная) мезофитной растительностью на

пойменных луговых слабо развитых слоистых почвах со средней урожайностью 1,2–8,1 ц/га;

- заливные, занимающие выровненные участки поймы со злаково-разнотравно-осоковой растительностью на лугово-болотных почвах, со средней урожайностью 14,0–20,0 ц/га;

- заболоченные, занимающие депрессии поймы с осоково-тростниковыми и камышово-рогозовыми сообществами на пойменно-болотных, иногда солонцеватых почвах.

Выпас скота на пойме ведет за собой деградацию сенокосных угодий, выражающуюся в уменьшении их площадей и урожайности. Это приводит к снижению страхового запаса сена. Степень изменения ландшафтов под сенокосами составляет 80 %.

Лесохозяйственные ландшафты включают в себя естественные леса прирусловой поймы, сады, защитные лесные полосы вдоль автомобильных дорог, полезащитные леса, состоящие из деревьев и кустарников общей площадью около 200 тыс. га, что составляет 32 % от общей площади Павлодарской области. Лесохозяйственные ландшафты способствуют преобразованию водного и теплового баланса подстилающей поверхности, смягчают микроклимат, защищают угодья от суховея, эрозии почв, задерживают снег.

В состав водохозяйственных ландшафтов общей площадью около 250 тыс. га входят: озера, протоки, старицы, р. Иртыш, имеющая судоходное и рыбохозяйственное значение I категории. Антропогенное воздействие на экосистему реки (зарегулирование, дноуглубление, загрязнение химическими веществами и т.д.) вызвало нарушение гидрологических характеристик реки и сказалось на ее биопродуктивности. Степень изменения аквального ландшафта (р. Иртыш) составляет 100 %.

К техногенным ландшафтам общей площадью более 5,0 тыс. га относятся карьеры (места выработки песка), территории под отстойниками, прудами

накопителями–испарителями, полями фильтрации, каналы, основная часть которых (60 %) сосредоточена на Кулундинской аллювиальной пологоволнистой равнине, остальная часть площади (12 тыс. га) техногенных ландшафтов (песчаные карьеры) приходится на пойму района.

Строительство канала Иртыш – Караганда (1967 г.) также оказало влияние на ландшафтную структуру сухостепного Прииртышья. Появились массивы орошаемого земледелия на I и II надпойменных террасах левобережья Иртыша, но в непосредственной близости трассы канала (50–250 м) степные ландшафты начинают испытывать влияние подпора грунтовых вод, которые повышаются в связи с отсутствием противифльтрационной изоляции [118]. В результате вдоль канала наблюдаются участки с травянистыми болотами и луговых солончаков.

Строительство техногенных объектов на территории Павлодарского Прииртышья привело к нарушению целостности почвенного и растительного покровов, изменению гидрологического и гидрогеологического режимов территории, изменению микроклимата, загрязнению всех компонентов ландшафта района. Степень изменения территории под техногенными ландшафтами составляет 100 %.

Транспортно-техногенные ландшафты, к которым относятся: железнодорожные и автомобильные магистрали, проселочные дороги, линии электропередач, испытывают антропогенное воздействие в процессе планировки рельефа, образования насыпей, выемок, вследствие чего нарушается целостность почвенного покрова и естественной растительности, приводящая к развитию дефляционных процессов. Общая площадь транспортно-техногенных ландшафтов составляет 34 тыс. га, что составляет 5 % от общей площади района. Степень изменения территории под транспортно-техногенными ландшафтами составляет 100 %.

Селитебный класс антропогенных ландшафтов подразделяется на подклассы: городской и сельский. На их территориях одинаково происходит

заметная перестройка взаимосвязей природных компонентов естественных ландшафтов. Изменяется структура почвенного и растительного покровов, состав и уровень грунтовых вод, что приводит к различным физико-геологическим процессам: подтоплению территории, засолению почвогрунтов, загрязнению территории различными химическими соединениями. Степень измененности составляет 100 %.

К классу рекреационных ландшафтов отнесены территория санатория "Мойылды" и грязелечебное озеро с одноименным названием площадью в 3,1 тыс. га, имеющие огромное оздоровительное значение. В настоящее время оз. Мойылды испытывает антропогенное воздействие как регионального, со стороны окружающей промышленности, так и локального уровня и нуждается в проведении плановой работы по благоустройству рекреационной территории. К рекреационному классу можно отнести и уникальную пойменную экосистему р. Иртыш, имеющую природоохранное, экологическое и экономическое значение.

Для определения степени изменения ландшафтов использовался коэффициент антропогенности ландшафта [140]. В результате установлено, что на территории Прииртышья антропогенные ландшафты преобладают над естественными. В целом расчет коэффициента антропогенности показал, что на их территориях основных хозяйств Павлодарского Прииртышья преобладают антропогенные ландшафты ($A_d > 1$), то есть все виды комплексов экосистемы р. Иртыш и прилегающей территории рассматриваемого района подверглись антропогенному воздействию.

4.1.2 Районирование территории по уровню устойчивости к антропогенным воздействиям

Продолжавшееся на протяжении тысячелетий освоение людьми природных ресурсов степных просторов и долинных пространств р. Иртыш (сельскохозяйственное, промышленное) обусловило деградацию природных

экосистем территории. Уровень деградации ландшафтов по территории исследуемого района не одинаков и кое-где из-за объективные и субъективные причины сильно отличается (рисунок 21).

Одной из главных причин развития новых и активизации существующих процессов (таблица 8) на пойменных ландшафтах р. Иртыш и прилегающих территорий является нарушение гидрологического режима реки зарегулированием ее стока каскадом водохранилищ. Анализ существующих показателей антропогенного воздействия на естественные ПТК и острота экологической проблемы Павлодарского Прииртышья позволили автору ввести для изучаемого региона новую характеристику – P_z , обозначающую нарушение гидрологического режима природных экосистем. Обеспечение устойчивого развития ПТК, то есть управление их экономическим состоянием невозможно без районирования территорий по уровню их устойчивости к антропогенным воздействиям (рисунок 24, таблица 3), что позволяет экспертам принять объективное решение по разработке научно-обоснованной системы мероприятий в области охраны окружающей среды и рационального природопользования. В основу геоэкологического районирования нами положено последовательное выделение природно-территориальных комплексов с разным уровнем экологической напряженности [113, 120, 121, 141 и др.], для оценки которой приняты следующие показатели: уровень сельскохозяйственного загрязнения; площадь нарушенных земель; проявление физико-геологических и гидрологических процессов. Суммарный показатель экологической дестабилизации природных ПТК региона позволил автору отнести



Рисунок 21 – Карта схема геологического районирования Павлодарского Прииртышья с нарушенным водным режимом (масштаб 1:200000) анализируемые территории, измененные хозяйственной деятельностью людей к определенному классу:

- I – очень слабоизмененный (0–20 %);
- II – слабоизмененный (21–40 %);
- III – среднеизмененный (41–60 %);

IV – сильноизмененный (61–80 %);

V – очень сильноизмененный (> 80 %).

Очень слабый уровень экологической дестабилизации характеризуется почти полным отсутствием каких-либо негативных антропогенных изменений в геосистеме р. Иртыш. Данный уровень на изучаемой территории не наблюдается.

Слабый уровень нарушения стабильности экосистемы Павлодарского Прииртышья заключается в незначительном изменении в ее структуре, но легкоустранимом при прекращении антропогенных воздействий на них. К этому классу относится территория низкой поймы р. Иртыш.

Средний уровень антропогенного изменения территории изучаемого региона характеризуется значительными негативными экологическими изменениями в состоянии ПТК, почти полное устранение которых возможно при соблюдении правил рационального природопользования [113, 120, 121, 138].

К среднему уровню экологической дестабилизации мы отнесли территории средней и высокой части поймы р. Иртыш, первой и второй надпойменной террасы речной долины, территории хозяйств "Пресновский", "Зангар", "Мойылды", "Демьяновка", "Новочерноярка".

При сильной экологической дестабилизации происходит серьезное нарушение отдельных видов природных компонентов геосистемы, которое может привести к их полному исчезновению, что требует своевременного вмешательства по устранению негативных процессов и явлений на этих территориях. К классу сильноизмененных ландшафтов относится практически вся территория сухостепного правобережья Павлодарского района.

К очень сильному по уровню дестабилизации классу относятся территории, на которых отличаются многократные превышения уровня антропогенных нагрузок и имеют место глубокие изменения во всех природных компонентах экосистем. К этому классу относятся сельские территории хозяйств Павлодарской области

4.2 Мероприятия по стабилизации геоэкологического состояния пойменной экосистемы

Устойчивость ландшафта определяется социально-экономическими критериями (способностью выполнять заданную социально-экономическую функцию), которые могут оказаться в противоречии с естественно-научными критериями стабильности [142]. Воздействие нерегулируемой хозяйственной деятельности на геосистему приводит к ее дестабилизации и в дальнейшем к деградации, то есть к крайне нежелательному, с точки зрения природопользования, процессу разрушения ее структуры. Управление антропогенными воздействиями является основной стратегией предупреждения отрицательных последствий, одним из основных средств сохранения ресурсо- и средопроизводящей способности ландшафта, которое осуществляется путем ограничения или введения режима воздействия [143].

Исследования устойчивости природных экосистем (пойменных и степных) Павлодарского Прииртышья, изложенные в предыдущих разделах диссертации позволяют автору предложить следующий комплексный план мероприятий по управлению антропогенными воздействиями, позволяющими стабилизировать экологическое состояние региона. План основан на дифференцируемом подходе к решению проблемы в зависимости от местных условий, происхождения и характера загрязнения:

- Общие природоохранные мероприятия.
- Мероприятия по сохранению пойменных экосистем:

1. улучшение состояния пастбищных земель;
2. улучшение плодородия сенокосных угодий.

- Мероприятия по обеспечению устойчивости земель сухостепного ландшафта.
- Мероприятия по стабилизации экологической обстановки в

селитебной и рекреационной части изучаемого региона (г. Павлодар, оз. Мойылды).

Рекомендации по сохранению экосистемы р. Иртыш.

Рассмотрим вышеуказанные мероприятия, применяя дифференцируемый подход.

1. При использовании земель под какие-либо сельскохозяйственные и промышленные работы обязательным элементом по охране окружающей среды должна быть оптимизация ландшафта, то есть выбор способов рационального использования земель, при которых потенциалу задаваемого ландшафта полностью будут соответствовать его социально-экономические функции [144].

Далее наиболее важным природоохранным мероприятием является ландшафтное планирование, заключающееся в ландшафтном анализе, диагнозе и прогнозе устойчивости территории к антропогенному воздействию, которое необходимо проводить еще на стадии проектирования использования земель. При этом особое внимание необходимо уделять определению емкости и предельно-допустимых нагрузок на ландшафт.

2. Устойчивость поймы определяется ее способностью давать стабильные урожаи сельскохозяйственных структур, то есть критерием стабильности пойменного ландшафта является его биопродуктивность. Наши исследования показали, что одним из главных факторов повышения урожайности растительного покрова пойменных угодий является их увлажненность, регулируемая гидрологическим режимом реки.

Создание искусственного режима путем зарегулирования стока р.Иртыш водохранилищами привело к прогрессивному остепнению, а местами осолонению земель на среднем уровне поймы, наиболее ценном в сенокосном отношении.

Как было установлено в ходе исследований, наибольшая урожайность растительных сообществ наблюдается при обеспеченности попусков $P = 50-70\%$, то природоохранные мероприятия по сохранению экосистемы пойменного

массива можно свести к следующему:

- обеспечение лугов своевременными весенними попусками в объеме не менее $5,0 \text{ км}^3$;
- проведение выборочной инженерной гидротехнической мелиорации (лиманное орошение) с прогнозом побочных явлений в ландшафте (засоление, заболачивание, евтрофикация и т.д.).

2.1. По улучшению состояния пастбищных земель предлагается:

- на солончаковых и заболоченных пастбищных участках, непригодных для хозяйственного использования, проведения биологической мелиорации путем посева волосница ситникового и прутника;
- на суходольных пастбищах – проведение выборочного орошения и обводнения с подсевом житняково-люцерновой смеси;
- на сбитых пастбищных участках – прекращение выпаса скота и подсев кострово-люцерновой смеси.

2.2. По улучшению плодородия сенокосных участков предлагается:

- на сенокосах чистых – подсев пырея, костра, мышинного горошка;
- на сенокосах, заболоченных – осушение, подсев мышинного горошка и лесохвоста;
- на сенокосах закачкаренных – удаление кочек, таволги, подсев кострово-люцерновой смеси.

3. Недостаточное увлажнение высокой поймы и сухостепного ландшафта Павлодарского Прииртышья приводит к усилению на них процессов соленакопления и формирования солончаковых комплексов. При дальнейшем понижении уровня грунтовых вод, усилении вспашки земель и выпаса скота эти районы могут подвергаться процессам опустынивания. К мероприятиям, обеспечивающим устойчивость земель сухостепного ландшафта можно отнести следующие:

- рациональные пастбищеобороты, то есть равномерное распределение пастбищных нагрузок по территории, выборочное орошение и обводнение пастбищных угодий, запрет выпаса скота на сбитых участках, подсев ценных кормовых трав, искусственное залужение сбитых скотом пастбищ;

- противоэрозионные мероприятия:

- борьба с дефляцией (безотвальная зяблевая вспашка с сохранением стерни);

- фитомелиорация (полосное улучшение земель, то есть чередование распаханых полос с целинной естественной растительностью);

- буферная преграда ветропылевому потоку (севооборот с полосным размещением зерновых и многолетних трав);

- полезащитное лесоразведение.

- горизонтальный закрытый дренаж с учетом рельефа местности;

- повышение плодородия почв (посев бобовых культур, обогащающих почву и улучшающих ее структуру).

4. Для вывода ландшафта из критического состояния, при котором продолжающееся антропогенное воздействие приведет к смене инвариантной структуры и прекращению выполнения ландшафтом социально-экономических функций, необходимо уменьшить воздействие на него, при этом геосистема еще способна вернуться в устойчивое состояние [144].

С целью благоприятной инженерно-геологической и санитарной обстановки в селитебной (г. Павлодар) и рекреационной (оз. Мойылды) части изучаемого региона нами предлагаются следующие природоохранные мероприятия:

- осуществление постоянного мониторинга за состоянием окружающей среды и здоровьем населения;

- демеркуризация ртутного захоронения на территории ПХЗ г. Павлодара;

- борьба с подтоплением территории города;

- восстановление режимных гидрогеологических наблюдений на территориях шламослонакопителей, крупных промышленных заводов г. Павлодара, оз. Мойылды;

- благоустройство территории оз. Мойылды, реконструкция стокоотводящего оборудования, введение блока биологической очистки стоков, ликвидация локальных загрязнений вблизи озера;

- ландшафтное планирование территории, отнесенной под строительство Павлодарского гидролизного завода;

- закрепление склонов правобережья г. Павлодара, в частности территории "Гусиный перелет".

5. Качество крупной водной артерии р. Иртыш всецело зависит от состояния и жизнедеятельности притоков, стоков, которые ее питают, поэтому:

- мониторинг за качеством и ликвидацию загрязнения р. Иртыш необходимо начинать на боковых притоках, стоках промышленных предприятий, ферм и т.д., питающих реку (детоксикация, расселение камыша);

- борьба с "тепловым" загрязнением – водохранилища-охладители, биологическое очищение – насаждение тростника в акватории сброса подогретой воды, понижающего температуру воды в летнее время, с осенним выкашиванием [115];

- улучшение гидрологического режима р. Иртыш за счет регулирования объема воды водохранилищами.

Исходя из вышесказанного, на современном этапе можно выделить 5 аспектов, имеющих наибольшее экологическое, экономическое и эстетическое значение для Павлодарского Прииртышья:

- регулирование гидрологического режима р. Иртыш в интересах сельского хозяйства;

- демеркуризация ртути на территории ПХЗ г. Павлодара;

- включение в сельскохозяйственный оборот ранее непродуктивных земель и строительство стоков загрязненных вод за пределы водосбора, если это будет даже иметь высокие экономические затраты;

- охрана стратиграфических разрезов палеоген-неогеновых отложений с уникальным захоронением третичной гиппарионовой фауны;

- консервация пойменного ландшафта р. Иртыш путем распространения на него заповедного режима и придания статуса "особо охраняемая территория";

- повышение экологического воспитания населения. В высших учебных заведениях необходимо усовершенствовать преподавание экологических дисциплин.

5 ЗАКОНОМЕРНОСТИ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ РУСЛА Р. ИРТЫШ

5.1 Строение русла реки Иртыш

Долина Иртыша отличается значительной сложностью структурно-геоморфологического строения. Большое разнообразие геоморфологических типов форм рельефа долины обусловлено длительной историей её геологического развития. Существенное влияние на геоморфологический облик Прииртышья оказали характер и темпы новейших тектонических движений. Поэтому, в основу структурно геоморфологического районирования изучаемой территории положен принцип взаимоотношения древних (каледонско-герцинских) и молодых альпийских тектонических структур, которые и определили современную морфоструктуру долины [175].

Главенствующая роль в формировании геологического строения Павлодарского Прииртышья принадлежит каледонско-герцинскому складчатому основанию, сложенного разнообразными по составу осадочными и вулканогенными толщами горных пород, от кембрийского до пермского возрастов, претерпевшими интенсивную дислокацию и региональный метаморфизм. Складчатые структуры основания прорваны и консолидированы с многочисленными интрузиями различного возраста и петрохимического состава. Павлодарская область включена в северо-западную часть Казахстанского Прииртышья, которая располагается в пределах крупной платформенной структуры, такой как Иртышская синеклиза, входящей в состав Западно-Сибирской эпипалеозойской плиты, образуя ее юго-восточный склон. Древнее складчатое основание здесь погружается в северном и северо-восточном направлениях, и перекрыт чехлом мезозой – кайнозойских отложениях мощностью от десятков до многих сотен метров.

Новейшие тектонические движения характеризуются малой интенсивностью и преимущественной тенденцией к опусканию. Отложения позднего кайнозоя

распространены на территории Павлодарской области повсеместно и имеют максимальную мощность до 250 – 300 метров.

Территория Павлодарской области занимает значительную часть равнинного пространства, особенности которого обусловлены историческим развитием долины Иртыша. Рельеф в пределах Павлодарской области, представлен аккумулятивными и эрозионно-аккумулятивными формами с незначительными относительными и абсолютными повышениями.

Определенную роль, в развитии русла реки, и сыграли факторы более ранних этапов геологического развития, которые связаны с мощными тектоническими подвижками, характеризующимися обширными прогибаниями и подъемами земной поверхности. В дальнейшем в более поздние этапы (каледонский период) формирование рельефа современного рельефа долины. Происходило под воздействием эрозионно-аккумулятивных и эоловых процессов [175].

В строение долины Иртыша в пределах г. Павлодара участвуют пойма и вторая надпойменная терраса. Русло реки Иртыш врезано в степную равнину более чем на 20 метров. Ширина поймы по левобережью, у города Павлодара составляет 10 – 12 километров, по правобережью достигает 4 – 6 километров. Над урезом воды пойма возвышается от 1 до 5–6 километров. Средние абсолютные отметки поверхности поймы составляет 84 метров. Аллювий поймы представлен четвертичными глинами, суглинками и песками, мощность которых достигает 82 метра, в среднем 30–40 метра, с прослоями гравия и гальки. На отдельных участках пойма заболочена, изобилует многочисленными рукавами, протоками, старицами и пресными озерами. По краям старых русел отмечаются песчаные береговые валы, заросшие тальником и тополями.

Первая надпойменная терраса в пределах территории города Павлодара не наблюдается. Вторая надпойменная терраса распространена повсеместно вдоль борта реки и имеет вид выровненной слегка наклоненной к реке площадки

шириной до 2200 метров. Прибрежная часть террасы характеризуется крупным уступом. Высота цоколя до 10 метра в южной и 15–20 метра в северной части города. Восточная граница террасы на поверхности почти не выражена. Террасы имеют эрозионно-аккумулятивное происхождение и сложены озерно-аллювиальным комплексом калкаманской свиты неогена (N, kln), представленной зеленовато – серыми глинами и аллювиальными разнозернистыми песками (QII, QIII) четвертичного времени, вложенными в долиннообразное понижение [176].

Западное окончание озерно-аллювиальной Кулундинской равнины, сопрягаемое в пределах города со второй надпойменной террасой, сложено озерно-аллювиальным комплексом павлодарской свиты (N1-2, PV), представленной красно-бурыми карбонатными глинами и перекрывающими из разнозернистыми, преимущественно мелкозернистыми линзами суглинков и песками бетекейской свиты (N2²⁻³, bt). Четвертичные отложения второй надпойменной террасы и неогеновые комплексы кулундинской равнины перекрываются слоем субэразальных супесей четвертичного возраста (QIII–IV). Эти покровные осадки погребают первичный эрозионно-аккумулятивный рельеф, маскируя, тыловые швы второй надпойменной террасы и определяет современный равнинный рельеф поверхности с небольшими впадинками бессточными блюдцами, площадью 2,5 квадратных километров и более [177].

В пределах города Павлодара русло реки Иртыш разбито множеством островов и песчаными косами на отдельные рукава, протоки, староречья. Но, несмотря на то, что река Иртыш в пределах города Павлодара не имеет значительных притоков, размер и характер его русла существенно меняется в связи с разными условиями протекания потока и как следствие с различиями в его руслоформирующей деятельности.

Иртыш в районе города Павлодара имеет крупные излуины русла достигающей длиной 40–60 километров и развитой поймой. В пределах этих излуин развиты

более мелкие структуры, имеющие на отдельных участках вид правильных синусоид [178]. Коэффициент извилистости русла на отдельных участках колеблется, от 1,25 до 1,94 возрастая с уменьшением уклона реки. Так, ниже города Павлодара, где уклон реки уменьшается с 0,11–0,15 до 0,06–0,08 ‰ заметно увеличивается извилистость русла и его разветвленность, что связано с наличием здесь легкоразмываемых грунтов ложи реки и поймы и с увеличением расхода взвешенных и влекомых по дну наносов.

Наиболее разветвленным являются участок реки от города Павлодара до с. Григорьевки. Крупные протоки образуют здесь большие острова, площадь которых колеблется от 4 до 14,5 километров. До города Павлодара основное русло реки преимущественно неразветвленное и относительно суженное вследствие ответвления крупных пойменных протоков. Преобладающая ширина неразветвленного русла до города Павлодар 500–600 метров, на разветвлениях 1100–1300 метров.

Между городом Павлодаром и с. Черноречским ширина русла колеблется от 2400 до 2600 метров. Ширина реки по зеркалу воды 125 метров, средняя 300–350 метров. Абсолютная глубина до города Павлодара составляет 104,58 метров, а ниже города Павлодара река имеет абсолютную глубину 105,96 метров.

При указанных условных уровнях глубина реки на фарватере у города Павлодар составляет 2,0 метров на перекатах до 7 метров на плесах. Ниже города Павлодара глубина на перекатах составляет 3–4 метров, на плесах до 10–15 метров. Глубины свыше 10 метров наблюдаются ниже города Павлодара примерно в 13–15 случаях. При приведении этих глубин к общему по всей длине участка, глубины на участке ниже города Павлодара уменьшаются на 1,4 метра. Несмотря на это они все же остаются большими, чем до города Павлодар. Берега реки Иртыш в пределах города Павлодар умеренно крутые, задернованные, сложены суглинистыми и песчаными грунтами, вогнутый правобережный берег большей частью обрывистый. Преобладающая высота берегов до города Павлодара составляет 2–4

метров. В местах подмыва склонов долины высота берегов достигает до 12–14 метров, а в 8 километрах от города Павлодара уменьшается. Преобладающая высота пойменных берегов составляет 1,7–2,0 метров. В местах приближения реки к склону долины правый берег повышается до 4–4,5 метров. Низкие задернованные берега обычно подвергаются разрушению не только в половодье, но и при летних паводках, поэтому они часто обрывистые [178].

5.2 Факторы, определяющие устойчивость русла реки Иртыш.

Речное русло, вырабатывается в результате непрерывного взаимодействия водного потока и горных пород.

Считается, что, если воздействие потока, в результате размыва или отложения, не вызывает существенного изменения в ложе реки, то русло является устойчивым и наоборот [177]. Обычно река создает себе такую естественную форму русла, которая отличается некоторой устойчивостью и соответствует наименьшему сопротивлению водному потоку. Так, создавая извилины, река прекращает их развитие, как только радиус кривизны излучин достигает оптимальной величины, отвечающей режиму данного потока. Большое скопление наносов русла создает сопротивление течения, и река отклоняется или разбивается на рукава, теряя устойчивость. На форму русла также оказывает такие природные факторы, как влияние характера размываемых пород, их физико–механические свойства, карстовые явления, режим самого потока и т.д. Природные факторы приводят к деформации русла, то есть размыву и накоплению аллювия, а это в свою очередь приводят к изменению его подводного и надводного рельефа, разветвлению реки, образованию рукавов, осередков, побочней, песчаных гряд и других морфологических элементов долины [177].

На р. Иртыш проявляются русловые деформации характерные и для других равнинных рек (осуществление транспорта наносов, проявляемого потоком в форме размыва, переноса и отложения материала) [178]. В пределах г. Павлодара река оказывается удаленной от склонов долины, и здесь наблюдаются лишь

пересечением русла реки с отложениями потоком и местное увеличение или уменьшение твердого расхода. Неравномерность твердого расхода на разных участках реки определяется и ритмом характере русловых деформаций.

В целом, русловые деформации (переотложения наносов) на всем протяжении реки в пределах города Павлодара происходят весьма интенсивно, в связи с чем судоходные условия реки считаются трудными, несмотря на большой объем систематически выполняющихся дноуглубительных работ. Движение воды в реке происходит в результате действия силы тяжести, кроме того, оно зависит от силы Кориолиса, количества переносимого обломочного материала и других причин. Скорость движения потока пропорционально уклону реки, чем больше уклон, тем больше скорость, следовательно, больше эрозионная способность реки. Малейшее изменение уклона русла немедленно отражается на скоростном режиме водотока. Так, максимальные поверхностные скорости течения воды на плёсах ниже города Павлодара изменяются от 1,0 до 1,9 м/сек. У города Павлодара максимальная скорость течения в половодье достигала 1,5 м/сек (при расходе воды 2620–2780 м³/сек, а в половодье 2,0 м/сек при расходе воды 5580 м³/сек). Максимальные скорости течения в период ледостава на различных участках изменяются от 0,5 до 0,7 м/сек.

Из вышесказанного следует что, если течение реки ровное и спокойное, где средняя скорость при среднем уклоне 0,0006 ‰ составляет 1,2 м/сек, то эрозия русла реки не интенсивно, так как динамического воздействия на дно русла потока не прослеживается [179].

Река Иртыш имеет смешанное питание (снежно–ледниковое и грунтовое). В связи с этим гидрологический режим реки характеризуется двумя паводками: весенним максимальным, вызванным таянием снегов на равнине и низких горах и весенне-летним, когда происходит таяние снегов и ледников в горах. В период, с июля до сентября, уровень воды постепенно понижается. Низкие уровни летне-осенней межени наблюдается в сентябре–ноябре. В период с февраля по апрель,

уровни устойчивые. Самые низкие уровни наблюдаются в декабре, реже в ноябре и в период осеннего ледохода, перед началом заторных явлений. Замерзает Иртыш в середине ноября начале декабря. Ледовый покров обычно прочный, толщина льда до 115 см, средняя продолжительность ледостава составляет 130–155 дней. Ледоход начинается в середине апреля и заканчивается в первых числах мая. Средний годовой расход воды в Иртыше у города Павлодара 830 м³/сек, модуль стока 3,87 л/сек/км², коэффициент изменчивости 0,21 [180].

Химический состав воды в Иртыше формируется за пределами Павлодарской области, в гористой и возвышенной местности. Преобладание снегового ледникового питания реки накладывает своеобразный отпечаток на минерализацию воды и химического состава. Хотя в летнее время наблюдается испарение с водной поверхности и малое количество атмосферных осадков, воды в Иртыше остается пресной с минерализацией от 0,25 до 1 г/л. Минимальная минерализация наблюдается во время половодья. По типу воды гидрокарбонатно-кальциевая, средней жесткости (1,8 мг–экв/л). В межень, минерализация воды повышается от подтока грунтовых вод. Агрессивность воды повышается в весеннее время, когда содержание агрессивной CO₂ превышает 4 мг/л.

Таким образом, на устойчивость русла могут влиять различные природные факторы (низкие, повышенные уровни воды, химический состав воды, ледовый покров). Но существенного воздействия на устойчивость русла реки Иртыш в пределах г. Павлодара, в настоящее время, они не оказывают. Видами антропогенного воздействия на русло реки очень многообразны (рисунок 26). Гидроэнергетика, водный транспорт, водоснабжение и ряд других отраслей применяют для достижения своих целей разнообразные сооружения или проводят мероприятия, так или иначе влияющие на русла рек. В процессе хозяйственной деятельности изменяются как сток воды, сток наносов, рельеф и морфометрические характеристики потока.

Речные русла по-разному реагируют на изменение факторов руслоформирования, а это позволяет предполагать, что они обладают разной степенью устойчивости к тому или иному воздействию. В последние годы, особенно после 1960 года, когда в бывшем СССР был взят курс на экстенсивное использование природных ресурсов, резко увеличились объемы безвозвратного потребления и загрязнения водных ресурсов. Так, суммарная нагрузка на водную экосистему реки Иртыш уже на 21% превышает располагаемые водные ресурсы и составляет около 30 км³/год, причем 19,0 км³ приходится на долю обязательных судоходных попусков в низовья реки, 6,6 км³ – на долю сельского хозяйства и 4,4 км³ – на долю промышленного водоснабжения. На деформацию речного русла Иртыша может повлиять и достаточно высокая степень зарегулированности стока воды в целях гидроэнергетики. Такие крупные водохранилища как Бухтарминское – объемом 49,6 км³, Шульбинская – 2,4 км³, которые обеспечивают многолетнее регулирование стока реки, позволяют полностью изменить гидроэкологический режим в пользу гидроэнергетики, а также могут привести к изменению морфологических и морфометрических характеристик русла реки Иртыш в частности, к спрямлению русла.

К видам хозяйственной деятельности относятся и дноуглубительные работы, которые также влияют на изменение русла реки Иртыш. В пределах г. Павлодара дноуглубительные работы ведутся в течение длительного периода, начиная с 1939 года, которые велись для добычи строительного материала, то с 1960 года на первое место следственно достижения гарантированных глубин для обеспечения фарватера для целей судоходства, в связи с наполнением Бухтарминского водохранилища. Эти дноуглубительные работы ведутся по всей длине реки Иртыш, подведомственной управлению Верхне-Иртышского пароходства. Хотя попуски осуществляются первоначально из Бухтарминского, далее Усть-Каменогорского и Шульбинского водохранилищ, но они оказались недостаточными для обеспечения требований судоходства. С 1960 года объемы

дноуглубительных работ резко возросли, работы ведутся по всей длине реки или карьерным способом в отдельных створах, что существенно затрагивает вопрос гидравлики водного потока (скорость, мутность, взвешенные и влекомые наносы), приводящие к деформации речного русла. При этом, будут изменяться морфометрические параметры русла реки, где главными влияющими факторами будут выступать водность реки и объемы изъятых инертных материалов. Так, наиболее резкое снижение уровней воды в реке происходило после зарегулирования стока реки Иртыш, просадка с 1958 по 1990 годов составила 1,85 метров [181].

5.3 Изученность русловых процессов в долине реки Иртыш

Первые сведения по изучаемому району получены в конце 18 и в начале 19 столетия и имеют данные географического характера. В этот период были осуществлены многочисленные экспедиции, были организованы Геологическим комитетом, Русским географическим обществом и другими организациями. Первые исследователями природных комплексов Сибири и Казахстана были П. С. Паллас, И. Д. Черский, И. П. Фальк, И. Г. Георги. Они дали первое описание климата, рек, озер, растительности, почв и общие сведения по геологии.

Особенно широко и планомерно геологическое изучение региона было организовано после Октябрьской революции. Значительные геолого-геоморфологические исследования проведены в 1931–1933 гг. Кулундинской экспедицией АН СССР в одноименной степи, а также Павлодарском и Семипалатинском Прииртышье [180]. В период с 1917 по 1937 гг. сделаны большие успехи в области тектоники.

Значительный интерес представляет работа Н. Б. Барышникова «Морфология, гидрология и гидравлика пойм», в которой выполнен анализ процессов формирования и развития пойм, с учетом антропогенного воздействия на них, и динамики пропуска паводков в руслах с поймами на основе последних достижений морфологии, гидрологии и гидравлики [175].

Очень ценные по содержанию и значительные по объему сведения о дноуглубительных работах находятся в работе М. Ж. Бурлибаева и С. А. Абдрасилова «Роль уровня режима в динамике развития речной экосистемы», в которой отмечается, что дноуглубительные работы на реке Иртыш привели к некоторым деформациям русла [181].

В последнее время значительные исследования проводятся по русловым процессам С.А. Абдрасиловым, по устойчивости речных русел к антропогенной нагрузке К.М. Берковичем. Наиболее полно описано по устойчивости русла реки Иртыш, в верхнем ее течении, по методу А.В. Караушева в работе С.А. Абдрасилова, Р.Х. Дюсенова, Э.А. Пулатова. В работе перечисленных авторов дается характеристика взаимобмена потока и русла наносами [182].

Большая заслуга в разработке прогнозу русловых деформаций с широким применением гидрологических и геоморфологических методов изучения принадлежит доктору географических наук И. В. Попову [183].

Таким образом, из вышеперечисленных работ, видно, что проблема устойчивости русла реки Иртыш на сегодняшний день является актуальной, так как деформация русла реки Иртыш может создать риск разрушения объектов промышленного, гражданского строительства вблизи протекания реки Иртыш, особенно на контакте неогеновых глин и обводненного аллювия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко А. Г. Экологический потенциал ландшафта // Известия Всесоюзного географического общества. – 1991. – Вып. 4. – С. 305–316.
2. Чигаркин А.В. Геоэкология Казахстана. – Алматы: Санат, 1995. – 160 с.
3. Реймерс Н. Ф. Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.
4. Бельгибаев М. Е. Геоэкология – развитие, структура, методы // Современные проблемы геоэкологии и созологии. – Алматы, 2001. – С. 11–21.
5. Арманд А. Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий // Устойчивость геосистем. – М., 1983. – С. 14–32.
6. Белый А. В. О структуре экологических показателей устойчивого развития // Современные проблемы геоэкологии и созологии. – Алматы, 2001. – С. 52–55.
7. Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем теоретический подход к анализу и методу количественной оценки // Известия АН СССР. Серия географическая. – 1987. – № 6. – С. 5–15.
8. Бурлибаев М. Ж. Очередные испытания устойчивости речной экосистемы в условиях периодических решений ее детерминированного состояния развития // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 1999. – № 1. – С. 75–84.
9. Лавров С. Б. Реалии глобализации и миражи устойчивого развития // Известия Российского географического общества. – 1999. – Т.131. – Вып. 3. – С. 1–8.
10. Демина О. М., Арынстагалиев С. А. Луговая растительность Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 262 с.
11. Тарабаева Б. Н., Агеева Н. Т., Полякова А. Л., Еремина Н. Х. Растительность и кормовые ресурсы поймы р. Иртыш // Уч. зап. КазГУ Биол. и почв. – 1957. – 155 с.
12. Плисак Р. П. Ботаническая и хозяйственная характеристика пойменных лугов Иртыша на юге Павлодарской области // Тр. ин-та бот. АН КазССР. – 1966. –

Т.23. –С. 92–113.

13. Марков А. Н. Влияние подтопления на луговую растительность // Уч. зап. Казанского гос. ун-та. – 1958. –Т.118, кн. 5. –С.

14. Алексеенко Л. Н. Продуктивность луговых растений в зависимости от условий среды. – Л., 1967. –С.

15. Маштаева Ш. И. Гидроэкологическая устойчивость водных систем низовьев Сырдарьи и Малого Арала: Дисс. канд. – Кызыл Орда, 2000. –С.

16. Ресурсы поверхностных вод целинных и залежных земель. Павлодарская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. –223 с.

17. Гельдыева Г. В., Веселова Л. К. Ландшафты Казахстана. –Алма-Ата: Гылым, 1992. – 174 с.

18. Еленовский Р. А. Вопросы изучения и освоения пойм. –М.: ВАСХНИЛ, 1936. – 100 с.

19. Барышников Н. Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. –Л.: Гидрометеиздат, 1984. –278 с.

20. Тулеубаев Б. А. Экологическое профилирование и картирование для мониторинга агроэкосистемы Прииртышья. – Павлодар: ЦНТИ, 1978. – 14 с.

21. Миркин Б. М. Принципы геоботанического районирования речных пойм // Сб. Проблемы ботаники. –1969. – 139 с.

22. Бронзов А. Я. Зональные явления в пойме р. Иртыш // Изв. ГГИ. –1929. – №4. – С.4.

23. Павелко А. И. Ландшафты – фактор определения естественной дренированности территории для условий Павлодарского Прииртышья // Охрана геологической среды при гидрологических и инженерно-геологических изысканиях / Межвуз. сб. науч. трудов. – Алма-Ата, 1987. – С. 38–44.

24. Гидрологические исследования на основных постах р. Иртыш для обоснования водохозяйственных и водоохранных мероприятий на пойменных землях Павлодарской области. – Павлодар: НПП Гидроном-ЭКО, 1994. – 36 с.

25. Гидрологические исследования на основных постах р. Иртыш с целью уточнения площади затопления поймы в пределах Павлодарской области. – Павлодар: НПП Гидроном-ЭКО, 1992. – 36 с.

26. Кузин П. С., Бабкин В. И. Географические закономерности гидрологического режима рек. –М.: Мысль, 1992. –138 с.

27. Гидрологические исследования в Казахстане // Вопросы географии Казахстана. – Алма-Ата, 1965. – Вып. 11. – 203 с.

28. Шикломанов И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 274 с.

29. Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. –Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 286 с.

30. Дускаев К. К., Шенбергер И. В. Оценка возможных экологических последствий забора воды из реки Черный Иртыш по каналу Ч. Иртыш – Карамай на территории КНР // Экологический бюллетень. –Алматы, 1999. – № 1.–13 с.

31. Зенин А. А., Лозанский Б. Р. Качество вод и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – М., 1984. – 126 с.

32. Лушин Э. Н. Отчет Павлодарской гидрогеологической экспедиции о результатах режимных гидрологических работ на территории Павлодарской области за 1986–88 г.г. – с. Жетекши, 1989. – 286 с.

33. Царегородцева А. Г. Обзор, анализ и оценка гидрологической изученности территории Павлодарской области // Научные записки ПГУ. – Павлодар, 1999. – С. 145–149.

34. Бейром С. Г., Михайлова Е. В. и др. Подземные воды Алтайского края и их роль в сельскохозяйственном водоснабжении. – М. : АН СССР, 1987.– 167с.

35. Емельянов Г. А. Отчет по комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200000 для целей мелиорации Шульбинского массива орошения за 1975–1977 гг. –Павлодар, 1978. – 288 с.

36. Шеймерденов Н. Р., Колачева Т. А. Отчет о результатах детальных поисков

минеральных вод для курорта "Муялды". – Павлодар, 1985. – 238 с.

37. Колачева Т. А., Николаев В. Е. Отчет о результатах предварительной разведки минеральных вод санатория-профилактория "Энергетик" в г. Павлодаре. – Павлодар, 1984. – 167 с.

38. Бурлибаев М. Ж. Некоторые проблемы изменения температурного режима и об их роли в развитии и жизнедеятельности речной экосистемы // Гидрология и экология. – 1999. – № 3. – С. 61–68.

39. Ткаченко Н. В. Пойму Иртыша – на службу животноводства. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – 12 с.

40. Прокопьев Е. П. Экологическая классификация растительности поймы (лесостепного) Иртыша. М., 1977. – С. 17–19.

41. Чалов Р. С. Рельеф пойм. Эрозия почв и русловые процессы. – М. : МГУ, 1970. – Вып. 1. – С. 192–204.

42. Выявление приоритетных экологических проблем Павлодарской области // Семинар. Рабочие материалы. 22–24 сентября 1977 г. – 24 с.

43. Информация о состоянии природной среды // Экологический бюллетень. – Павлодар, 1998. – 38 с.

44. Сатпаев К. И. Иртыш-Караганда. Инженерно-геологические условия. – Алма-Ата, 1965. – 166 с.

45. Смелов С. А. Освоение и сельскохозяйственное использование пойменных земель. – М. : Сельхозиздат, 1956. – 27 с.

46. Шраг В. И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. – М. : Россельхозиздат, 1969. – 270 с.

47. Максимов А. А., Мерзлякова Е. П. Характеристики половодий в пойме р. Оби // Тр. Биол. ин-та СОАН СССР. – 1972. – Вып. 19. – С. 362–391.

48. Денисов П. П. Изменения речного стока по крупным регионам земного шара // Метеорология и гидрология. – 1980. – № 6. – С. 106–107.

49. Леонов Е. А., Леонов В. Е. Применение метода линейного тренда для оценки

под влиянием орошения // Известия ВГО. – 1981. – Т. 113, вып. 5. – С. 403–411.

50. Леонов Е. А., Леонов В. Е. Исследование тенденций изменения стока крупных рек ЕТС за 100 лет // Труды ГГИ. – 1986. – Вып. 315. – С. 90–101.

51. Пивень Е. Н. Оценка антропогенных изменений стока основных рек Или-Балхашского региона: автореф. дис. канд. – Алматы, 1997. – 20 с.

52. Гальперин Р. И. Пространственно-временные изменения и вопросы расчетов речного стока в Казахстане. – Алматы, 1996. – 221 с.

53. Гальперин Р. И. О внутривековых ритмах речного стока // Гидрогеология и экология. – 1997. – № 1. – С. 63–75.

54. Отчет о научно-исследовательской работе 04.01.НЗ–2. Оценка влияния хозяйственной деятельности на сток основных рек Или-Балхашского бассейна (I этап исследования). – Алма-Ата, 1989. – 174 с.

55. Достай Ж. Д., Турсунов А. А. Концепция равновесного природопользования в условиях Или-Балхашского региона // Вест. КазГУ, 1995. Сер. геогр. № 2. – С. 12–25.

56. Абдрасилов С. А., Болдырев В. М., Гальперин Р. И. Пути учета влияния хозяйственной деятельности на водные ресурсы и режим водных объектов // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы : Галым, 1998. – С. 207–211.

57. СНИП 2.01.14.83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.

58. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – 111 с.

59. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

60. Статические методы в гидрологии. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – С. 51–52.

61. Чеботарев А. И. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 296 с.

62. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. –Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 426 с.
63. Шелутко В. А. Техника статических вычислений в гидрологии. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 175 с.
64. Четыркин Е. И. Статические методы прогнозирования. – М., 1979. – 200 с.
65. Метропольский А. К. Техника статических вычислений. – М., 1971. – 576 с.
66. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статические методы в гидрологии. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 253 с.
67. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории Казахской ССР за 1980–1986гг. – Алма-Ата, 1987. – 274 с.
68. Гидрохимический бюллетень за 1970–1986 г.г. – Алма-Ата, 1986. – 167 с.
69. Панин М. С. Тяжелые металлы в донных отложениях Иртышского бассейна как индикатор загрязнения водных экосистем // Мат-лы региональной конф. – Павлодар, 2000. – С. 45.
70. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. –Л. : Гидрометеиздат, 1966. – Т. 15, вып. 1. – 223 с.
71. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 468 с.
72. Ресурсы поверхностных вод. Алтай и Западная Сибирь. Алтай и Верхний Иртыш. – М. : Гидрометеиздат, 1977. – Т.15, вып. 1. – 384 с.
73. Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – М.: Гидрометеиздат, 1965. – 224 с.
74. Ресурсы поверхностных вод СССР. Горный Алтай и Верхний Иртыш. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. Т.15, вып. 1. – 320 с.
75. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики за 1963–1970 г.г. и весь период наблюдений. Алтай и Западная Сибирь. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – Т.15, вып. 3. – 250 с.

76. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – Т.15, вып. 2. – 294 с.
77. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики за 1971–1975 гг. и весь период наблюдений. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – Т.15, вып. 2, 3. – 250 с.
78. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. –Т.15, вып. 1. – 254 с.
79. Гидрологический ежегодник. –Л. : Гидрометеиздат, 1959. –Т.6, вып. 4–9. – 232 с.
80. Гидрологический ежегодник. –Л. : Гидрометеиздат, 1964. –Т.6, вып. 4–9. – 234 с.
81. Авокян А. Б. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М., 1986. – 213 с.
82. Патин С. А., Морозов И. П. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. –М. : Пищевая промышленность, 1981. – 153 с.
83. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Т. Водная токсикология. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 248 с.
84. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. – Л. :. Химия, 1979. – 161 с.
85. Алабастр Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. – М. : Легк. и пищ. Пром-ть, 1984. – 344 с.
86. Моисеенко Т.И. Оценка экологической опасности в условиях загрязнения вод металлами // Водные ресурсы. – М.: Наука. –Т.26. – №2. – С.186–197.
87. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга. – М.: МГУ, 1985. – 158 с.
88. Глазовская М. А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализ способности природных систем к самоочищению // Техногенные потоки в ландшафтах и состояние экосистем. – М. :

Мысль, 1981. – С.7–41.

89. Кондратьева Л. М. Вторичное загрязнение водных экосистем // Водные ресурсы. – М. : Наука, 2000. – 221–231 с.
90. Раменский Л. Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М. : НИИ Кормов, 1956. – 96 с.
91. Бурлибаев М. Ж. Биопродуктивность травостоя пойменных лугов р. Шу как индикатор динамического развития речной экосистемы // Гидрометеорология и гидрология. – Алматы, 1998. – №1–2. – С. 79–93.
92. Бейдеман И. Н. Транспирация растений в Кура–Араксинской низменности при различном увлажнении и засолении почв // Сб.: Эколого–геоботанические и агромелиоративные исследования в Кура–Араксинской низменности. – М.–Л. : Изд. АН СССР, 1962. – 138 с.
93. Царегородцева А. Г., Свириденко Е. Ю. Истребительные мероприятия и оценка их эффективности на территории г. Экибастуза // Наука и образование в стратегии регионального развития / Материалы респ. научн–практ. конф. – Павлодар, 1999. – С.96–99.
94. Бедарев С. А. Транспирация и расход воды аридной растительной зоны Казахстана // Тр. КазНИГИ. –1969. – Вып. 34. – С. 26–30.
95. Аскарова М. Д. Индикационные особенности свойств фермента пероксидазы как маркера состояния окружающей среды // Современные проблемы геоэкологии и созологии. – Алматы, 2001. – С.290–293.
96. Отчет "Экология компонентов гнуса и оценка эффективности истребительных мероприятий ПТК гг. Павлодара, Аксу, Экибастуза". – Павлодар: ПГУ, 1999. – 32 с.
97. Отчет "Экология компонентов гнуса и оценка эффективности истребительных мероприятий ПТК гг. Павлодара, Аксу, Экибастуза". – Павлодар: ПГУ, 2000. – 30 с.
98. Таубе П. Р., Баранова А. Г. Химия и микробиология воды. – М. : Высшая

школа, 1983. – 280 с.

99. Драчев С. М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. – М. : Наука, 1964. – 274 с.
100. Кроткович П. К. Роль растений в охране водоемов. – М.: Мысль, 1970. – 117 с.
101. Синельников В. Е. Механизм самоочищения водоемов. – М. : Стройиздат, 1980. – 109 с.
102. Бурлибаев М. Ж. Об одной задаче оценки сравнительной устойчивости речной экосистемы из детерминированного равновесного состояния ее развития // Гидрометеорология и экология. – 1998. – №3–4. – С.69–84.
103. Муталипова Р. Ж., Достай Ж. Д. Солевой баланс природно–равнинной территории Северного склона Заилийского Алатау // Вестник КазГУ. Серия географ. – Алматы, 1996. – Вып.3. – С.85–91.
104. Положение о курорте Муялды. – Алма–Ата: Казсоветкурорт, 1974. – 26 с.
105. Достай Ж. Д., Царегородцева А. Г. К вопросу о загрязнении тяжелыми металлами воды озера Мойылды и прилегающих к нему территорий // Гидрометеорология и экология. –Алматы, 1998. –№1. – С. 157–163.
106. Ученик Л. С. Наша экология // Материалы областного комитета экологии. – 1983. – С.3.
107. Avant–projet d'e'valuation de l'impact des pollutions par le mercure dans la region de Pavlodar (Nord–Est Kazakhstan). Rapport BRGM № 2874. –1999. – P. 47.
108. Илющенко М. А., Хеван С., Янин Е. П. Мониторинг и оценка загрязнения окружающей среды ртутью в окрестностях г. Павлодара // Геохимические исследования городских агломераций / Сб. науч. статей. – М. : ИМГРЭ, 1988. – 166 с.
109. Иваненко А. А. Отчет по гидрогеологическим работам на участке Муялды. – Алма–Ата, 1986. – 176 с.
110. Омарова Т. А., Мальковский И. М., Нилов В. И. О содержании тяжелых

металлов в озере Балхаш // Географические проблемы Ил-Балхашского бассейна. – Алматы, 1993. – С. 143–152.

111. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. – М., 1961. – 490 с.

112. Janet Watson FRS. An introduction to applied earth science // *Geology and man* London CEOPCE ALLEN AND UNWIN. – Boston: SIDNEY, 1986. – P. 152–153.

113. Сает Ю. Е. Геохимия окружающей среды. – М. : Наука, 1990. – 335 с.

114. Чигаркин А. В. основные проблемы ландшафтоведения и охраны природы Казахстана. – Алм-Ата, 1975. – 135 с.

115. Панин М. С., Пильчук О. Н. Накопление кадмия травянистыми дикорастущими растениями средней полосы Восточного Казахстана // Материалы респ. науч.-прак. конф. "Наука и образование в стратегии регионального развития". – Павлодар, 1999. – С. 79–80.

116. Панин М. С., Сапакова А. К. Аккумуляция свинца дикорастущими травянистыми растениями средней полосы Восточного Казахстана // Материалы респ. науч.-прак. конф. "Наука и образование в стратегии регионального развития". – Павлодар, 1999. – С. 80–81.

117. Рельеф Казахстана. Пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР масштаба 1:1500000. – Алма-Ата: Галым, 1991. – Часть 1. – С. 7–40.

118. Николаев В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения. – М. : МГУ, 1979. – 154 с.

119. Мухамеджанов С. М. и др. Поздний кайнозой Казахстанского Прииртышья. – Алма-Ата, 1973. – 132 с.

120. Сочава В. Б. Прогнозирование – важнейшее направление современной географии // Докл. ин-та геогр. Сибири и Д.Востока. – Вып. 43. – С.17–25.

121. Гельдыева Г. В. и др. Мониторинг и картографическое моделирование природно-хозяйственной системы долины Сырдарьи // Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы, 1998. – С. 134–143.

122. Утеев А. А. Современное состояние ландшафтов Жетысу // Географические

основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы, 1998. – С. 164–167.

123. Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований // Наука, 1980. – 209 с.

124. Викторов С. В. Вопросы составления ландшафтно-индикаторных карт природных процессов. – Иркутск, 1968. – С. 13–15.

125. Видина А. А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям. – М., 1962. – 120 с.

126. Топографическая основа 1965 в масштабе 1:100000

127. Ландшафтная карта Казахской ССР (под ред. М. А. Гвоздецкого, 1979 г.) в масштабе 1:2500000

128. Геоморфологическая карта (под ред. А. А. Абдулина, Г. Ц. Медоева, Э. И. Нурмамбетова, Г. М. Потапова, А. С. Сарсекова, 1991 г.) в масштабе 1:2500000

129. Геоботаническая и почвенные карты (составленные институтом «Гипрозем», 1990 г.) в масштабе 1:50000

130. Геоморфологическая и геологическая карты Павлодарской области (составленные Н. Э. Лушиным, 1965 г.) в масштабе 1:50000

131. Карта районирования по условиям формирования режима грунтовых вод на территории Павлодарской области (составленные Н. Э. Лушиным, 1965 г.) в масштабе 1:1000000

132. Карта инженерно-геологического районирования Заречного массива г. Павлодара (ВостокГИИЗ, г. Усть-Каменогорск, 1979 г.) в масштабе 1:10000

133. Царегородцева А. Г. Анализ эрозионных процессов на пойме р. Ертис в пределах Павлодарской области. // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов // – Материалы межд. конф. – Алматы, 2001 г. – С. 71–76

134. Отчет об инженерно-геологических изысканиях для берегоукрепления р. Иртыш от ул. Тургенева до ул. Лермонтова в г. Павлодаре. – Павлодар, 1974. – 163

с.

135. Отчет об инженерно-геологических изысканиях для берегоукрепления р. Иртыш на участке от ул. Лермонтова до ул. Крупской в г. Павлодаре. – Павлодар, 1984. – 178 с.
136. Павелко И. А. и др. Изменение гидрогеологических условий в результате орошения на примере Черноярской оросительной системы // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии Казахстана / Межвуз. сб. науч. трудов. – Алма-Ата, 1982. – С. 70–82.
137. Карта использования земельных ресурсов, масштаба 1:100000. Целингипрозем, 1987.
138. Мильков Н.Ф. Человек и ландшафты. – М., 1973. – 224 с.
139. Ботанико-кормовой очерк Павлодарского района Павлодарской области Казахской ССР. – Павлодар: Целингипрозем, 1974. – 204 с.
140. Отчет ландшафтно-экологического картографирования пустынной зоны Республики Казахстан. / Под ред. Гельдыевой Г. В. – Алматы, 1995. – 156с.
141. Мильков Ф. Н. Класс антропогенных сельскохозяйственных ландшафтов – характерные черты и типология // Науч. зап. отд. ГО СССР. – Воронеж, 1972. – С. 8–17.
142. Жакупова А. А. Геоэкологическое районирование Казахстанского Притоболья для целей охраны природы: Дисс. канд. – Алматы, 1999. – 136 с.
143. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М. : Высшая школа, 1991. – 126 с.
144. Охрана ландшафтов. Толковый словарь. – М., 1982. – С.46.
145. Барышников Н. Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 20с.
146. Акиянова Ф.Ж., Тулепова А. Долина р. Ертис, основные закономерности формирования и развития. // Современные проблемы гидроэкологии

внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии. – Алматы, 2003. – С.107–111

147. Жандаев М. Ж. Речные долины. – Алма-Ата: Казахстан, 1984. – 30с.
148. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель Павлодарской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 65с.
149. Геоэкология Павлодарской области. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2003. – С.10–14
150. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на территории левобережной зоны отдыха города Павлодара. – Павлодар, 1969. – 5 с
151. Гидроэкологические исследования на основных постах р. Иртыш для обоснования водохозяйственных и водоохранных мероприятий на пойменных землях Павлодарской области – Павлодар: НПП «Гидроном – ЭКО», 1994. – 36с.
152. Бурлибаев М. Ж., Абдрасилов С. А. Роль урванного режима в динамике развития речной экосистемы. // Гидрологические проблемы использования водных ресурсов Казахстана – Алматы: Казак университети, 1998. – С. 31–40
153. Абдрасилов С. А., Дюсенова Р. Х., Пулатова Э. А. Оценка устойчивости русла реки Иртыш по методу Караушева А. К. // Природные и социальные проблемы географии аридных территорий. – Алматы: Казак университети, 2001. – С. 15–18
154. Попов И. В. Загадки речного русла. Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 50 с.
155. Отчет о деятельности Павлодарского территориального управления по использованию и охране водных ресурсов. – Павлодар, 1996. – 20 с.
156. Отчет о научно-исследовательской работе по проблеме ГКНТ СССР «Изучение процесса изменения гидрологических условий строительства на территории г. Павлодара». – Павлодар, 1983. – 8 с.
156. Беркович К. М., Злотина Л. В. Расчет стабильности речных русел в условиях антропогенной нагрузки. // Вестник Московского Университета. – 2003. – С.117–122

157. Беркович К. М. Устойчивость речных русел к антропогенной нагрузке. // Вестник Московского Университета. – 2001–№ 5–С.37–42
158. Дьяконов К. Н., Иванов А. И. Устойчивость и инерционность геосистемы. // Вестник Московского университета. Сер 5, География, 1991. – №1 – С.17–25
159. Зейдис И. М., Симонов Ю. Г. Эффект структурной памяти в динамике географических явлений. // Вестник московского университета. Сер 5, География – 1980 – №4 – С.11–12
160. Гришанин К. В., Дегтярев В. В., Селезнев В. М. Водные пути. – М., 1986 – 5 с.
161. Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Снисченко Б. Ф. Основы гидроморфологической теории русловых процессов. Л., 1982. – 7 с.
162. Гришанин К. В. Устойчивость русел рек и наносов – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 5 с.
163. Ржаницын Н. А. Руслоформирующие процессы рек. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 3 с.
164. Лохтин В. М. О механизме речного русла // Вопросы гидротехники свободных рек. – М., 1948. – 15 с.
165. Великанов М. А. Русловой процесс. – М. : Гос. Изд-во физ.-мат. Лит-ры, 1958. – 23с.
166. Алтунин С. Т. Заиление водохранилищ и размыв русла в нижнем бьефе плотин. // Русловые процессы. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 47с.
167. Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 51с.
168. Карасев И. Ф. Русловые процессы при переброске стока. Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 35с.
169. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М. : Изд-во АН СССР, 1955. – 50 с.

170. Чалов Р. С. Показатели устойчивости русел, их использования для оценки интенсивности русловых деформаций и пути их совершенствования // Динамика русловых потоков. – Л., 1983. – 11с.
171. Андерсон А. Б., Маркова О. Л., Русс Ю. В. и др. Оценка потери стока р. Иртыш от с. Шульбы до г. Омска. // Труды ГГИ. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – № 293. – 8с.
172. Абдрасилов С. А. Динамика русловых потоков и русловые процессы: Методические разработки для выполнения лабораторных работ. Алматы, 1996. – 32с.
173. Караушев А. В. Теория и методы расчета речных наносов. Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 56 с.
175. Барышников Н. Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 20с.
176. Акиянова Ф. Ж., Тулепова А. Долина р. Ертис, основные закономерности формирования и развития. // Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии. – Алматы, 2003. – С.107–111
177. Жандаев М. Ж. Речные долины. – Алма-Ата: Казахстан, 1984. – 30 с.
178. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель Павлодарской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 65 с.
179. Геоэкология Павлодарской области. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, 2003. – С.10–14
180. Отчет об инженерно-геологических изысканиях на территории левобережной зоны отдыха города Павлодара. – Павлодар, 1969. – 5 с
181. Гидроэкологические исследования на основных постах р. Иртыш для обоснования водохозяйственных и водоохранных мероприятий на пойменных землях Павлодарской области – Павлодар: НПП «Гидроном – ЭКО», 1994. – 36 с.

182. Бурлибаев М. Ж., Абдрасилов С. А. Роль уровня режима в динамике развития речной экосистемы. // Гидрологические проблемы использования водных ресурсов Казахстана – Алматы : Казак университеті, 1998. – С. 31–40
183. Абдрасилов С. А., Дюсенова Р. Х., Пулатова Э. А. Оценка устойчивости русла реки Иртыш по методу Караушева А. К. // Природные и социальные проблемы географии аридных территорий. – Алматы: Казак университеті, 2001. – С. 15–18
184. Попов И. В. Загадки речного русла. Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 50с.
185. Отчет о деятельности Павлодарского территориального управления по использованию и охране водных ресурсов. – Павлодар, 1996. – 20с.
186. Отчет о научно-исследовательской работе по проблеме ГКНТ СССР «Изучение процесса изменения гидрологических условий строительства на территории г. Павлодара». – Павлодар, 1983. – 8 с.
187. Беркович К. М., Злотина Л. В. Расчет стабильности речных русел в условиях антропогенной нагрузки. // Вестник Московского Университета. – 2003. – С.117–122
188. Беркович К. М. Устойчивость речных русел к антропогенной нагрузке. // Вестник Московского Университета. – 2001–№ 5–С.37–42
189. Дьяконов К. Н., Иванов А. И. Устойчивость и инерционность геосистемы. //Вестник Московского университета. Сер 5, География–1991–№ 1– С.17–22
190. Зейдис И. М., Симонов Ю. Г. Эффект структурной памяти в динамике географических явлений. // Вестник московского университета. Сер 5, География – 1980. – № 4 – С.19–24
191. Гришанин К. В., Дегтярев В. В., Селезнев В. М. Водные пути. – М. : 1986 – 5 с.
192. Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Сنيщенко Б. Ф. Основы гидроморфологической теории русловых процессов. Л. : 1982. – 7с.