

ЦГГИ Институт географии МОН

УДК 556.5 (282.255.51)

На правах рукописи

**ТУРСУНОВА АЙСУЛУ АЛАШЕВНА**

**Современная оценка водных ресурсов бассейна р.Иле с учетом  
циркуляционных процессов в атмосфере**

25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Научный руководитель -  
доктор географических наук,  
профессор Сарсенбаев М. Х.

Республика Казахстан  
Алматы, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Обозначения и сокращения.....</b>	<b>3</b>
<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Изученность водных ресурсов Иле-Балкашского бассейна на современном этапе.....</b>	<b>9</b>
1.1 Водные ресурсы Казахстана и их доля в общих мировых запасах воды.....	9
1.2 Региональные условия формирования природных ресурсов Иле-Балкашского бассейна.....	11
1.3 Ледники бассейна р.Иле и оценка их состояния.....	25
1.4 Факторы формирования стока на территории КНР (СУАР) Иле-Балкашского водосборного бассейна.....	31
1.5 Изученность стока рек и оценка качества исходных материалов.....	37
<b>2 Возобновляемые водные ресурсы бассейна р.Иле.....</b>	<b>43</b>
2.1 Методика расчета нормы годового стока основных рек бассейна р.Иле.....	43
2.2 Гидрологические расчеты стока по основным постам р.Иле .....	51
2.3 Синхронность колебаний стока в бассейне .....	63
2.4 Оценка возобновляемых водных ресурсов бассейна р.Иле.....	69
<b>3 Современное использование и антропогенные воздействия на водные ресурсы.....</b>	<b>77</b>
3.1 Водные ресурсы и их использование в странах СНГ.....	77
3.2 Водохозяйственная система Иле-Балкашского бассейна на территории РК .....	81
3.2 Загрязнение водных ресурсов в Иле-Балкашском бассейне .....	89
3.4 Использование водных ресурсов на бассейна р.Иле на территории СУАР КНР.....	92
<b>4 Речной сток в бассейне р.Иле с учетом циркуляционных процессов в атмосфере .....</b>	<b>99</b>
4.1 Общие тенденции климата и стока.....	99
4.2 Оценка современного климатического состояния в бассейне озера Балкаш .....	108
4.3 Взаимосвязь речного стока и циркуляции атмосферы по Б.Л. Дзердзеевскому.....	110
4.4 Опыт сравнения стока левобережных притоков р.Иле и циркуляции атмосферы по Б.Л. Дзердзеевскому.....	124
<b>Заключение.....</b>	<b>132</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>135</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>150</b>

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

РК	-	Республика Казахстан
УГКС КазССР	-	Казахское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды;
МВХ	-	Министерство водного хозяйства;
УОС	-	управление оросительных систем;
ГЕ	-	гидрологический ежегодник;
ИГ РАН	-	Институт географии Российской Академии Наук;
с.н.	-	современное название
Абс.	-	абсолютный;
Б.С.	-	Балтийская система высот;
гг.	-	годы;
г/п, гидропост	-	гидрологический пост;
гидроствор	-	гидрологический створ;
действ.	-	действует;
им.	-	имени;
колх.	-	колхоз;
с.	-	село;
г.	-	город;
Усл.	-	условный;
вдхр.	-	водохранилище;
знак тире (-)	-	указывает на отсутствие сведений;
ВХС	-	водохозяйственная система;
ЭЦМ	-	элементарный циркуляционный механизм атмосферы
Джунгарский Алатау	-	Жетысуский Алатау <sup>1</sup>
Заилийский Алатау	-	Илейский Алатау
Оз. Балхаш	-	Оз. Балкаш
р. Или	-	р. Иле
М., Малый	-	Киши
Б., Бол.,	-	Улькен
СУАР	-	Синьцзян Уйгурский Автономный Район
КНР	-	Китайская Народная Республика

---

<sup>1</sup> Все географические названия изменены по состоянию на 1 января 2005 г. согласно Агентства Республики Казахстан по управлению Земельными ресурсами РКП «Национальный картографо-геодезический фонд»

## ВВЕДЕНИЕ

Надежное водообеспечение населения и отраслей экономики является необходимым условием устойчивого развития общества. При разработке стратегии в области рационального использования и охраны водных ресурсов, планировании и реализации дорогостоящих водохозяйственных мероприятий, направленных на решение проблем водообеспечения, включая оптимальное регулирование речного стока и его территориальное перераспределение, необходимо иметь надежные количественные оценки гидрологических характеристик водных объектов на долгосрочную перспективу.

В мировой гидрологической практике при количественных оценках будущих гидрологических условий обычно используется гипотеза стационарности, в соответствии с которой предполагается, что будущие климатические условия и определяемые ими гидрологические характеристики водных объектов будут, в статистическом смысле, аналогичными наблюдавшимся в предшествующий многолетний период времени. Исходя из этого, статистические закономерности многолетних колебаний гидрологических величин, установленные путем анализа данных наблюдений, распространяются и на весь расчетный период. Сегодня правомерность концепции стационарности многолетних колебаний гидрометеорологических характеристик ставится под сомнение в связи с усилившимся в последние десятилетия XX века процессами глобального потепления климата; для умеренных широт северного полушария особенно интенсивное повышение температуры воздуха наблюдается с начала 80-х годов прошлого столетия. В связи с вышеизложенным, к числу наиболее актуальных задач, стоящих перед гидрологами, относится выявление современных закономерностей изменений водного режима рек на фоне происходящих изменений климата и оценка этих изменений на перспективу.

В настоящее время в Иле-Балкашском регионе сформировался крупный индустриально-аграрный комплекс, расположенный в пределах юга республики Казахстан (РК) и Китайской Народной Республики (КНР) СУАР, где функционируют южная столица РК – г. Алматы и г. Кулжа- столица Илийского района СУАР, а также десятки городов областного и районного масштаба, сотни сельских населенных пунктов, крупные промышленные и сельскохозяйственные объекты.

Река Иле является крупнейшей водной артерией рассматриваемого региона и обеспечивает около 80% притока свежих речных вод, благодаря чему уровень озера Балхаш, третьего по величине бессточного водоёма планеты, находится в экологически устойчивом состоянии, а само озеро предотвращает процессы опустынивания в этом аридном регионе Центральной Азии. Большая часть зоны формирования стока р.Иле и 60% ее речного стока приходится на территорию нашего южного соседа – КНР. В современных условиях над экосистемой оз. Балкаш нависает новая угроза, так называемый «китайский фактор», который появился наряду с традиционными. До 1980-х годов здесь действовали такие же механизмы, которые обусловили Аральскую катастрофу: экстенсивное увеличение водозабора из р. Иле для расширения орошаемых

земель, увеличение выработки энергии за счет строительства и наполнения гигантского Капшагайского водохранилища, загрязнение стока водоохраных зон и горных рек промышленными и сельскохозяйственными отходами, заселение водоохраных зон и т. п. [1]. Однако, в настоящее время острое беспокойство вызывает постепенное увеличение китайской стороной забора воды из р.Иле на свои нужды и сброса в нее загрязненных стоков, что приведет к ухудшению водохозяйственной и экологической обстановки в бассейне оз.Балкаш [2].

До начала 1990-х годов площадь орошаемых земель в Илийском округе СУАР была небольшой и в 1995 г. составляла 156 тыс. га. В 2003 г. в соответствии с программой экономического развития СУАР площадь орошаемых земель достигает 568, 4 тыс. га., здесь существует 13 водохранилищ с ГЭС приплотинного типа и более 40 ГЭС деривационного типа. В 2000 г. население СУАР КНР составляло 3,7 млн. человек и по-видимому будет еще увеличиваться. Из [3] известно, что из реки Каш и реки Коксу, главного притока р. Текес, запроектированы и строятся каналы переброски воды в верховья реки Куйтын (бассейн оз. Эбиноор) и р. Большой Юлдус притока р. Карашар (бассейн р. Тарим). Объёмы переброски по этим трассам будут нарастать. Кроме того, на р. Коксу строится высотная плотина, которая в ближайшее время позволит осуществить переброску воды в верховья р. Кызылсу (бассейн р. Тарим и далее в оз. Лобнор) [3,с. 5;4]. Для сравнения укажем, что в настоящее время на казахстанской части всего бассейна озера Балкаш проживает 3,2 млн. человек, площадь орошаемых земель едва превышает около 450 тыс. га, что пока позволяет осуществлять экологические попуски в озеро. Вместе с тем, экосистема оз. Балкаш весьма ранима, поскольку последнее является весьма мелководным водоёмом: при общей длине 614 км и ширине западных наиболее обжитых плесов около 55 км их глубина не превышает 9,0 м; объём озера составляет всего около 90,0 км<sup>3</sup>, что примерно в 11 раз меньше объёма Аральского моря до его усыхания. При слое испарения, превышающего 1000 мм/год и объёме испарения около 14 км<sup>3</sup>/год, озеро может потерять своё природно-хозяйственное значение в течение ближайших 5...6-ти лет, если прекратится приток свежих речных вод [1, с. 297].

Из общего объёма зоны формирования стока р. Иле (приток в Капшагайское водохранилище), составляющего 18,87 км<sup>3</sup>/год (среднемноголетняя величина) почти 2/3 – 12,65 км<sup>3</sup>/год раньше приходило к нам из китайской части бассейна [5]. При уменьшении этой величины до 8,0 км<sup>3</sup>/год, что вполне вероятно, и сохранении существующих технологий водопотребления оз. Балкаш быстро постигнет судьба Аральского моря: в Центральной Азии образуется ещё одна зона экологического и политического кризиса. КНР не подписал Хельсинскую конвенцию ООН по трансграничным рекам; после неоднократных китайско-казахстанских переговоров в настоящий момент не решаются вопросы водodelения, которые всегда стояли перед соседними государствами. При этом китайская сторона подобного прецедента не имела и ранее ни с одним государством подобных соглашений не подписывала [6].

Учитывая отмеченные выше тенденции, чрезвычайно возрастает роль детальных научных аргументаций, и потому в задачу исследований входило оценить заново экологическую ситуацию в бассейне р. Иле, в частности, переоценить возобновляемые водные ресурсы этой трансграничной реки с учётом вновь проявившихся тенденций водопотребления.

Существующие оценки возобновляемых водных ресурсов были выполнены на базе многолетних гидрологических рядов, которые заканчивались 1980-85 гг. [7-12], теперь эти ряды «удлинились» на 15-20 лет, по многим рекам почти вдвое.

Острота проблемы водообеспечения в регионе усугубляется также современными изменениями климата. По результатам многочисленных исследований коренные изменения климата имеют положительную тенденцию. Существует огромное количество работ по выявлению причин потепления и дальнейшего прогноза на будущее климатического состояния. Соответственно следует ожидать и изменений в гидрологическом режиме рек.

**Актуальность темы** определяется прежде всего огромной хозяйственной и климатообразующей ролями бассейна р.Иле, который является не только гарантом существования жителей двух соседних государств РК и КНР, но и самого оз.Балкаш, поскольку обеспечивает приток в него более 80% свежих речных вод.

Современные климатические изменения в свою очередь влияют на режим увлажнения исследуемой территории, что в конечном итоге определяет характер формирования водных ресурсов бассейна р. Иле.

В связи с вышесказанным **целью исследований** являются:

- уточнение возобновляемых ресурсов поверхностных вод бассейна р.Иле на рубеже XX и XXI столетий;
- оценка современного антропогенного воздействия на водные ресурсы бассейна р.Иле;
- оценка изменчивости циркуляционных процессов и их влияние на гидрологический режим, как важного стокообразующего фактора.

В процессе выполнения темы поставлены и решены следующие **практические задачи**:

- сбор всей доступной информации по стоку рек бассейна р.Иле в различных створах за весь период наблюдений;
- сбор и анализ информации по водозаборам, влияющим на сток в зоне формирования рек бассейна р. Иле;
- исследование статистической структуры рядов стока;
- расчеты нормы годового стока и объемов водных ресурсов для характерных периодов водности (маловодный, средний по водности, многоводный) бассейна р.Иле;
- оценка современного состояния использования водных ресурсов бассейна р.Иле;
- исследование литературных источников и анализ общих тенденций изменений климата и стока;

- изучение и анализ циркуляционных процессов в атмосфере по типизации Б.Л. Дзердзеевского;
- выборка стокоформирующих элементарных циркуляционных процессов (ЭЦМ) для бассейна р.Иле;
- сравнение стока в зоне формирования и типов циркуляции атмосферы по Б.Л. Дзердзеевскому.

**Методика проведения исследований и исходная информация.**

Для решения поставленных задач использовался комплексный физико-географический анализ, учитывающий факторы формирования и изменения стока, в него входят приемы статистической обработки и анализа исходной информации; метод географической аналогии; статистический эксперимент.

В качестве исходной информации в работе использовались изданные кадастровые материалы по рекам бассейна р.Иле, также были привлечены следующие данные:

1. материалы полевых исследований кафедры гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби: отчет о НИР “Провести уточнения и дать оценку ресурсов поверхностных вод Или-Балхашского бассейна в зоне формирования стока с определением основных гидрологических характеристик в замыкающих створах”-, Алма-Ата: КазГУ, 1987. –Т. 1, 2, 3, 4. - 557 с.;

2. отчеты Балкаш-Алакольского водохозяйственного объединения за 1995-2000 г.- г. Алматы, 1995-2001 гг.;

3. материалы полевых исследований лаборатории «Гидроэкологии» Института географии МОН РК за 1985-1993 гг.;

4. календарь последовательной смены ЭЦМ за 87 летний период (1899 по 1985 гг.). // Междувед. геофиз. Комитет АН СССР. Материалы метеорологических исслед. 1987. - № 13. - С. 29-116;

Следует отметить, что материалы метеорологических исследований, календарь последовательной смены ЭЦМ за период 1986-2003 гг. получены лично от сотрудников лаборатории Климатологии Института географии РАН.

**Предметом защиты** являются исследования на рубеже XX и XXI столетий. К ним относятся:

- результаты анализа материалов по оценке и уточнению водных ресурсов в бассейне р.Иле;
- результаты анализа многолетних изменений годового стока на реках бассейна р.Иле;
- результаты расчетов связи гидрологических рядов рек бассейна р.Иле и стокоформирующими ЭЦМ по Б.Л. Дзердзеевскому.

**Научная новизна** результатов работы заключается в следующем:

- уточнены ресурсы поверхностных вод в бассейне р.Иле включая территорию СУАР КНР;
- выполнена современная оценка изменений годового стока бассейна р.Иле;
- определены современные факторы антропогенного воздействия на водные ресурсы;
- выявлены тенденции современного изменения стока рек бассейна р. Иле;
- оценено современное климатическое состояние в бассейне;

- впервые для исследуемого региона выявлена связь стока зоны формирования со стокоформирующими типами циркуляции по Б.Л. Дзердзеевскому, что является принципиально новым подходом в методике прогноза изменения речного стока.

#### **Практическая значимость работы и внедрение результатов исследования.**

Результаты работы использовались при написании монографий «Современное экологическое состояние бассейна оз.Балхаш» и «Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне оз. Балхаш» [13,14], а также внедрены в научно-исследовательский отчет «Оценить водные ресурсы реки Или с учетом климатических изменений и разработать принципы их охраны и совместного использования» за 2000-2002 гг. Института географии МОН РК [15] и 4-2-4.5-4 (123+151)-IV: Изучить динамику изменения ресурсов поверхностных вод с учетом антропогенных и климатических факторов как основы гидроэкологической безопасности Республики Казахстан», часть 2 – «Типизация циркуляционных процессов в атмосфере по Б.Л. Дзердзеевскому и их использование в гидрологических расчетах», 2003-2004 гг. [16].

**Апробация работы.** Основные теоретические положения и результаты работы докладывались на научных семинарах кафедры гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби, на семинарах лаборатории Гидроэкологии ИГ МОН РК (Алматы, 2004-2005 гг.), международных научно-практических конференциях: «Экологическая безопасность горной страны и новые информационные технологии в образовании», (Кыргызстан, Бишкек, 2002); «Современные проблемы гидроэкологии внутриконтинентальных бессточных бассейнов Центральной Азии» (Алматы, 2003), «Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий» (Алматы, 2004), на международной научно-теоретической конференции «Гидравлика (наука и дисциплина)», посвященной 100-летию Р.Р. Чугаева (Санкт-Петербург, 2005), а также на межд. научно-практ. конференции молодых ученых и специалистов «ЖасГалым», (Алматы, 2003).

**Публикации.** Основные результаты исследований нашли отражение в 14 печатных работах.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников из 252 наименований. Общий объем 149 страниц, в том числе 23 рисунков, 31 таблицы, 1 приложения из 53 рисунков.



# 1 ИЗУЧЕННОСТЬ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ИЛЕ-БАЛКАШСКОГО БАССЕЙНА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

## 1.1 Водные ресурсы Казахстана и их доля в общих мировых запасах воды

Основой развития общества в современных условиях является рациональное использование и охрана природных ресурсов, среди которых особое место занимают водные. Можно изучать воду как среду обитания, составную часть организма, источник энергии и т.д. и чем больше развивается цивилизация, тем больше степень вовлечения воды в процесс жизнедеятельности людей.

В истории развития человеческого общества водные ресурсы всегда играли большую роль. Их значение особенно возросло в эпоху интенсивного развития техники, сельского хозяйства, прогресса науки и промышленности. Во второй половине XX века особо остро встала проблема оценки изменений гидрологического режима водных объектов и контроля за их состоянием, которые в современных условиях определяют один из важнейших аспектов взаимоотношения человека с окружающей средой. Во многих районах земного шара уже сейчас начинает остро ощущаться нехватка пресной воды. Одновременно происходит быстрое загрязнение природных вод, что усиливает дефицит водных ресурсов [17-19].

В отличие от других видов природных ресурсов, запасы которых в течение многих столетий и тысячелетий при отсутствии их эксплуатации практически постоянны, вода под действием солнечной энергии и силы тяжести находится в непрерывном движении – круговороте. В пределах какой-либо территории она расходуется и возобновляется, объединяя во взаимосвязанный цикл воды атмосферы, океана, ледников, земной коры и биосферы.

Водные ресурсы обычно разделяют на медленно возобновляемые (вековые запасы, сосредоточенные в ледниках, морях, озерах, подземных льдах зоны многолетнемерзлотных пород, глубоко залегаемые подземные воды) и ежегодно возобновляемые, представленные в виде речного стока. В количественном отношении среднегодовой сток рек собственно и составляет ежегодно возобновляемые водные ресурсы территорий и речных бассейнов. Оценка и расчеты годового стока рек, его колебаний во времени и по территории представляют собой одну из главнейших задач гидрологии, поскольку возобновляемые водные ресурсы практически повсюду обеспечивают основной объем водопотребления на хозяйственные нужды и главным образом определяют степень водообеспеченности того или иного региона [18-20].

Известно, что общие запасы воды на земном шаре составляют около  $1,4 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup>, из них около 2% приходятся на поверхностные воды суши, а если исключить воды крупнейших оледенений, то только 0,02% вод используется человеком [17].

По современным оценкам ГГИ [21] установлено, что ежегодно возобновляемые пресные водные ресурсы речных бассейнов обжитых

континентов Земли составляют в среднем  $42757 \text{ км}^3/\text{год}$ , наибольшее их значение равно  $44\,460 \text{ км}^3/\text{год}$ , а наименьшее –  $39660 \text{ км}^3/\text{год}$ . Коэффициент изменчивости водных ресурсов Земли составляет 0,02. По сравнению с более ранними оценками водных ресурсов мира, выполненными в работах в 1970-1974 гг., новые данные свидетельствуют об уменьшении мировых водных ресурсов на 4%. Казалось бы дефицит воды не грозит людям. Однако вода на земле распределена крайне неравномерно и уже многие страны, в их числе Республика Казахстан, испытывают ее недостаток.

Из общего объема речного стока на территорию бывшего СССР приходится около  $2700 \text{ км}^3/\text{год}$ , что составляет около 10 % мировых ресурсов. Однако более 85 % этого стока уходит в сторону малообжитых берегов северных (Обь, Енисей, Лена) и восточных (Амур) морей. На южный, наиболее населенный склон, где располагается более 70 % земельного фонда, приходится менее 15% речного стока; при этом на долю Республики Казахстан, где располагается более 50% пашни, и почти 20% орошаемых земель, приходится около 4% речного стока ( $104 \text{ км}^3/\text{год}$ ) бывшего СССР (см. ниже). Такова ситуация с распределением природных вод в Мире [20].

По оценке водных ресурсов Республики Казахстан, обобщению имеющихся материалов известны многочисленные работы, но приводимые в них данные часто противоречивы, критически недооценены. В различных источниках приводятся цифры от 100 до  $115 \text{ км}^3$  водных ресурсов [22-28]

Наиболее исчерпывающие сведения о ресурсах поверхностных вод Казахстана приводятся в работах, выполненных Ленгидропроектом (г. Санкт-Петербург), ГГИ (Санкт-Петербург) и КазНИМОСК (г. Алматы) выполненные на основе многочисленных экспедиций, которые проводились в различные периоды начиная с 1940-2000 гг. [21-26].

Казахстан расположен в аридной, засушливой области Северного полушария. Величина годового стока для республики составляет всего 42 мм, тогда как для Узбекистана – 250 мм/год, Кыргызстана и Туркмении порядка 600 мм/год [26].

Из общего объема поверхностного стока, формирующего в пределах бывшего Советского Союза, на долю Казахстана приходится 1,4% (с учетом транзитного 2,4%), в то же время площадь республики составляет 12,2% площади СНГ. По водообеспеченности РК занимает последнее место среди стран СНГ [25-26].

По данным управления Гидрометслужбы ныне РГП Казгидромет РК, на территории республики Казахстан насчитывается более 39 тыс. рек, временных водотоков и логов, по которым осуществляется поверхностный сток воды. Примерно 7 тыс. рек и временных водотоков имеет длину более 10 км. Их суммарная протяженность - 206,6 тыс. км, что не превышает 7% общей длины рек бывшего Советского Союза. 155 рек имеет длину более 100 км и 7 более 1000 км, но только 3 из них (Ертис, Есиль и Сырдарья) протекают по территории республики на протяжении 1000 км и более. Большая часть рек принадлежит к внутренним замкнутым бассейнам Каспийского и Аральского морей, озер Тениз, Балкаш и др. Только р. Ертис доносит свои воды до

Северного Ледовитого океана [25]. В Казахстане на 1 км<sup>2</sup> площади приходится 0,08 км речной сети, по СНГ – 0,14.

В естественных условиях водные ресурсы Казахстана по данным [26] составляет 115 км<sup>3</sup>/год из них около 70 км<sup>3</sup> формируется в пределах республики, включая связанные с ним подземные воды 89,5 км<sup>3</sup>.

Существенное уменьшение объема стока наблюдается по бассейнам рек Сырдарья с территории Узбекистана, р. Ертис и Иле с территории КНР. Объем суммарного водопотребления увеличился до 102,4 км<sup>3</sup>/год, что на 15% превышает объем имеющихся водных ресурсов [26]. Это происходит ввиду того, что вода по длине рек используется многократно: потребители сбрасывают в реки сточные воды или она поступает путем фильтрации в речную долину. При этом наблюдается ухудшение качества воды и если минерализация речных вод Казахстана в естественный, ненарушенный хозяйственной деятельностью период не превышала 0,2-0,3 г/л, то сейчас она достигает по р. Ертыс -1,2 г/л, по р. Сырдарья – 1,3 г/л, по р. Жем -1,6 г/л [20]. Дефицит водных ресурсов наблюдается по всей территории Казахстана. Турсунов А.А. выделяет 6 гидроэкологических района, отличные друг от друга в гидрологическом отношении [26].

Наиболее критическое положение по водообеспеченности наблюдается в бассейнах трансграничных рек – Сырдарья, Урал, Иле, Шу, Талас и Тобол. Кроме того, важной проблемой в современных условиях является также ухудшение качества воды; несмотря на наблюдаемый общий спад производства и уменьшение объемов отводимых сточных вод.

Крайне неравномерное распределение водных ресурсов по территории Казахстана обуславливает неравномерную обеспеченность административных областей; наиболее обеспечена местным стоком Восточно-Казахстанская область – 246 тыс. м<sup>3</sup>, наименее – Мангистауская – 0,36 м<sup>3</sup> [25-26].

## **1.2 Региональные условия формирования природных ресурсов Иле – Балкашского бассейна**

Рельеф и геологическое строение. Строение поверхности бассейна очень сложное. Рельеф разнообразный от равнинных пустынь Прибалхашья до расчленённых высокогорных областей Таниртау. Абсолютные отметки колеблются здесь от 340 м на урезе озера Балкаш до 4951 м - пик Талгар [11; 29-31]. Северная и северо-западная часть, занимающая основную область Северного Прибалхашья, расположена в пределах Казахского мелкосопочника.

Центральная часть – Балкашская впадина представляет собой аккумулятивную песчано-пустынную равнину, простирающуюся от южной окраины Казахского мелкосопочника до пояса гор на юге и юго-востоке. В северной части Балкашской впадины – равнинном плато – преобладают отметки 400-450м. Плато пересечено холмами, сопками, долинами сухих логов и пересыхающих рек. В южной части впадины расположены в основном песчаные пустыни: Таукум, Мойынкум, Сарыесик Атырау, Локкум (рисунок 1).



районе ГЭС на реке Иле. Абсолютная её высота меняется от 600 м у китайской границы до 500 м в районе створа плотины. Примерно в середине этот участок Илийской впадины (долины) возвышенностями Кату и Калган в правобережье и горами Богуты по левому берегу разделяется на две самостоятельные котловины. В западной части Илийская впадина замыкается возвышенностями плато Карой и Ит-Жон. Дно котловины заполнено рыхлыми наносами, переходящими ближе к реке в бугристые пески или заболоченные тугаи [11; 33].

Тянь-Шаньская горная часть бассейна представлена цепями Илейского Алатау, Кетпеня, Терискей Алатау, Кунгей Алатау и Шу-Илийскими горами. Характерно чередование горных хребтов и крупных межгорных впадин, вытянутых преимущественно в широтном направлении. Сочетание высокогорных узких долин, сыртов, хребтов с разной абсолютной высотой, крутизной и экспозицией склонов создаёт сложную картину рельефа. Преобладает альпийский тип рельефа, со следами древнего оледенения. Высота хребтов достигает 3500-4000 м над уровнем моря. Наивысшая отметка (пик Талгар) 4973 м.

Шу-Илийские горы и их северный отрог Хантау является системой низкогорий с абсолютными отметками до 1800 м.

Хребты Кетпен и Тарбагатай входят в среднегорный пояс, нижняя граница этого пояса в Заилийском Алатау на высоте 2800-3000 м, в Кунгей- и Терискей Алатау на высоте 3000-3200 м.

Территория бассейна реки Иле характеризуется разнообразием и сложностью геологического строения [30; 34-36]. Систематические геологические исследования Южного Прибалкашья начались с конца 50-х годов, когда А.А. Гринчуком и В.И. Калининым [30], С.Т. Никаноровым и В.Г. Третьяковым [11] в начале 60-х была проведена экспедиция под руководством В.Д. Дриза [36] результаты бурения позволили составить стратиграфическую схему платформенного чехла, включающего четвертичные, неогеновые и палеогеновые образования.

Согласно работам [30, 34, 36], в этих разных структурно-геологических областях встречаются отложения всех эпох – от нижнепалеозойских до современных.

#### **Климатические условия.**

Климат описываемого района в основном континентальный, но очень неоднороден из-за широтной протяжённости и горной поясности [11;12]. Атмосферная циркуляция воздушных масс является основным климатообразующим фактором, оказывающим влияние на формирование погодных, а также гидрологических условий рек и озёр. Общая циркуляция атмосферы складывается под воздействием четырёх элементов: 1) меридиональной циркуляции с юга, 2) меридиональной циркуляции с севера (арктические вторжения), 3) зональной циркуляции с запада (атлантические вторжения), 4) местные циркуляции воздушных масс (горно-долинные).

В зимний период под влиянием Западно-сибирского антициклона погода в основном холодная (сухая и ясная). Весна характеризуется продолжительной

неустойчивой погодой с частыми полярными вторжениями, приводящими к заморозкам и обильному выпадению осадков. Летом в связи с развитием Средне-Азиатской термической депрессии, погода преимущественно жаркая, малооблачная. Осадки в это время вызываются вторжениями, приводящими к заморозкам и обильному выпадению осадков. Осенью усиливаются фронтальные процессы и циклоническая деятельность при постепенном развитии над Казахстаном отрога Западно-сибирского антициклона. Интенсивные похолодания, приводящие к установлению снежного покрова и замерзанию водоёмов определяется ноябрьскими холодными вторжениями. Они связаны с преобладанием меридиональной циркуляции [11].

На фоне общей циркуляции атмосферы проявляются местные горно-долинные циркуляции, осуществляющие перенос в горы и конденсацию влаги, испарившейся в равнинной части. Небольшая облачность и значительная сухость воздуха обуславливает повышенное испарение. Основную роль в климатических условиях региона играют атмосферные осадки, температура воздуха, а также орография региона [11; 12; 37].

#### *Атмосферные осадки.*

Распределение осадков по площади бассейна очень неравномерное. Наибольшая сумма осадков за год (2000мм) зарегистрирована на западных склонах Жетысуского Алатау на высоте 2500-3000 м. На побережье озера Балкаш выпадает всего 150 мм, в северном и южном Прибалкашье 200-250 мм.

В горных системах количество осадков возрастает с высотой, намного больше их на северо-западных склонах хребтов, открытых влагонесущим воздушным потокам, чем на восточных и юго-восточных склонах и в межгорных котловинах. Также осадки увеличиваются с севера на юг и уменьшаются с запада на восток.

Распределение осадков по сезонам в разных районах неодинаково. В тёплый период года (апрель-октябрь) в северной части бассейна выпадает 60-70% годовой суммы осадков, а в низкогорных районах Жетысуского Алатау 45-50%. Наибольшее месячное количество осадков на равнине выпадает в апреле и мае, наименьшее обычно в конце зимы, в феврале, и в летне-осеннее время – в августе и сентябре [12; 37].

#### *Температура воздуха.*

Для температуры воздуха характерна заметная изменчивость по территории и уменьшение её с ростом высоты местности. Средняя температура воздуха самого холодного месяца января изменяется от  $-16^{\circ}\text{C}$  на севере до  $-5^{\circ}\text{C}$  на юге равнинной территории.

Широтный градиент температуры в тёплое время года составляет  $1,0^{\circ}\text{C}$  на градус широты, а в холодное увеличивается до  $1,6^{\circ}\text{C}$ . С высотой местности температура закономерно уменьшается с градиентом  $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$  на 100 м [11]. В холодное время года в диапазоне высоты 600-1800м наблюдается инверсия температуры. Котловины отличаются повышенной температурой в тёплое время и существенно пониженой в холодное. Продолжительность тёплого периода на юге составляет 240-250 дней, сокращаясь в горах по мере

увеличения высоты и у нижней границы вечных снегов достигает 30-60 дней [12; 37].

#### *Влажность воздуха.*

Засушливость климата равнинной части бассейна проявляется в большом дефиците насыщения и малой относительной влажности воздуха в тёплое время года. Летом относительная влажность воздуха на равнине составляет 20-40%, а зимой увеличивается до 75%. Средняя годовая абсолютная влажность воздуха изменяется от 5-5,5 мб в равнинных районах до 7,3 мб в предгорьях [11; 12].

#### *Снежный покров.*

Режим снежного покрова находится в тесной связи с широтой и рельефом местности. Доля осадков, выпадающих в период залегания снежного покрова и более активно участвующих в формировании стока, увеличивается от 10-30% у подножия гор до 100% на высоте 3600-4000 м. Постоянный снежный покров устанавливается в высокогорных районах в сентябре-октябре, в предгорных в ноябре-декабре. На юге в отдельные годы нередки зимы без устойчивого снежного покрова. Наибольшая высота снежного покрова изменяется от 15 до 30 см – в предгорьях до 100 см и более на высотах 2500-3000 м. [11; 12]. Исследования, проведенные в горных районах Иле-Балкашского региона [38-39] показывают, что коэффициенты вариации продолжительности залегания устойчивого снежного покрова высоки: в предгорьях составляет 0,3-0,4; в высокогорьях он равен 0,10-0,15.

Наибольшей снежностью характеризуются бассейны рек Киши Алматы, Талгар и Улькен Алматы. В бассейнах рек Каскелен и Турген средние максимальные снегозапасы превышают 250 мм, они быстро сокращаются и составляют более 20% суммарной площади бассейнов рек. В наиболее заснеженном западном районе Жетысуского Алатау в средние по снежности зимы уже на высотах 1100-1200 м максимальный запас воды в снежном покрове превышает 100 мм и на высотах 1700-1800 м достигает 250 мм.

В последнее время наблюдается изменения в химическом составе снежного покрова, что является следствием антропогенного влияния, в частности мегаполиса г. Алматы [40].

#### **Гидрография и водный режим рек.**

Поверхностные водотоки рассматриваемой территории в основном берут свои начала в опоясывающих регион горных областях - горных цепях Таниртау, Жетысуского Алатау и Тарбагатай. Большинство рек - типичные молодые бурные горные потоки с интенсивно развитой глубинной эрозией, продольный профиль их не выработан [33]. Выходя на предгорную равнину, эти реки становятся маловодными, а течения их - спокойными. Исследования условий формирования стока и водного режима рек данного региона содержатся в работах В.Л. Шульца [41], О.П. Щегловой [42], З.Т. Беркалиева [43], А.Ф. Литовченко [44], И.С. Соседова [7; 45], Ж.Д. Достай [46-47], Л.А. Емельяновой [48] и других.

По характеру водного режима реки бассейна оз. Балкаш подразделяют на следующие типы: 1) реки с весенним половодьем; 2) реки с весенним

половодьем и паводками в теплое время года; 3) реки с весенне-летним половодьем; 4) реки с летним половодьем; 5) равнинные реки типа «карасу».

Весеннее непродолжительное половодье характерно для рек и временных водотоков холмисто-сопочных районов северного Прибалкашья, временных водотоков всего региона Илийской долины.

Весеннее половодье и паводки в теплое время года наблюдаются на реках низкогорных поднятий Шынгыстау, в горах Шу-Илийского водораздела и на реках, берущих начало в низкогорно-предгорных поясах Илейского, Жетысуского Алатау, Узынкара, Кетпен и Тарбагатай.

Весенне-летнее половодье и паводки в теплое время года свойственны рекам среднегорного пояса Илейского, Жетысуского Алатау, хребта Тарбагатай, а также многим крупным рекам, формирующим сток в нескольких высотных поясах (Иле, Каратал, Лепсы, Аксу, Текес, Шарын, Каскелен, Шелек, Урыжар, Эмель др.). Летнее половодье и паводки в теплое время года характерны для водотоков высокогорного пояса ( $H_{ср} > 3000$  м) и больших рек (Шелек, Усек, Коргас и др.) со значительной долей ледникового и высокогорно-снегового питания [11; 41; 44].

Выровненный ход стока повышенного грунтового питания (70-80%) имеют реки типа «карасу» в предгорных равнинах Илейского, Жетысуского Алатау и хребта Тарбагатай, а также отдельные непересыхающие водотоки юго-западных отрогов Жетысуского Алатау (р. Шенгельды гор Шу-Илийского водораздела, р. Копалысай) и др.

В предгорной равнине вода разбирается на орошение, теряется на фильтрацию и испарение. Далее через зону пустынь и полупустынь наиболее мощные реки проходят транзитом до оз. Балкаш. На этом участке наблюдается значительные естественные потери стока воды в пойме, руслах и дельтах рек [46-47].

Таким образом, характерной особенностью гидрографии региона является редкая речная сеть на равнинной части территории (до  $0,01$  км/км<sup>2</sup>) и большая густота в горных районах (от  $0,6$  до  $3,0$  км/км<sup>2</sup>) [7; 11; 12; 46]. Эти «потери» расходуются на содержание приречных тугаев, заливных лугов и сенокосных угодий.

**Река Иле**, являющаяся основной водной артерией бассейна оз. Балхаш, берет начало в Казахстане на ледниках Музарт (ледниковый перевал) Центральном Таниртау и стоком р.Текес, затем течет по территории Восточного Туркестана, где сливается с реками Кунес и Каш, и на 205-м километре от их слияния снова входит в пределы Республики Казахстан многоводной рекой и на 1001-м километре впадает в оз. Балкаш. Общая длина реки 1439 км, в пределах Казахстана - 815 км. Общая площадь бассейна реки Иле - 140 тыс. км<sup>2</sup> (примерно 75% водосборной площади оз. Балкаш), из них 77400 км<sup>2</sup> -на территории Республики Казахстан. Основная стокоформирующая часть бассейна расположена в Китае, где гидрографическая сеть достаточно развита (от  $0,6$  до  $3$  км/км<sup>2</sup>). Густота ее убывает в средней и нижней частях бассейна (до  $0,01$  км/км<sup>2</sup>) с обширными пространствами, полностью



лишенными поверхностного стока, активной здесь является лишь левобережная зона [11; 33; 45].

На территории Казахстана формируется порядка 30% водных ресурсов р.Иле. В русло самой реки попадает только часть из них, остальной сток используется на нужды народного хозяйства (на предгорной равнине вода разбирается на орошение), теряется на фильтрацию и испарение. На территории нашей страны Иле принимает ряд притоков (наиболее крупные - Шарын и Шелек). Малые реки не доносят совсем или доносят часть своего стока до Иле, образуя отдельные группы внутри головного бассейна. К ним относятся маловодные реки северных склонов хребта Узынкара (Кетпен-перевал) и Шу-Илийского водораздела в левобережной части и низкогорных отрогов Жетысуского Алатау - в правобережной.

**Бассейн реки Текес.** Это левая составляющая верхней части р. Иле и начинается на территории Республики Казахстан на северо-восточных склонах хребта Терискей Алатау на высоте 3500м. Длина реки 438 км, площадь водосбора 28100 км<sup>2</sup> (в пределах РК соответственно 218 км и 4250 км<sup>2</sup>). Многоводная в верхнем течении река при пересечении Текесской впадины теряет значительную часть своего стока на орошение, но после впадения притоков Кокпак и Байынкол, Нарынкол, питающихся талыми водами ледников Хан Танири, водоносность реки существенно увеличивается.

Восточная часть левобережья р. Иле, где со склонов Тянь-Шаня стекает множество горных рек - область формирования стока двух крупных притоков – Шарына и Шелека и нескольких десятков малых рек. Река Шарын – крупнейший приток р. Иле и её истоки и правобережные притоки расположены на южном склоне Кетменьского хребта. Многоводный её левобережный приток – р. Каркара. Река Шелек – второй по величине приток р. Иле. Бассейн р. Шелек занимает юго-восточную часть хребта Илейского Алатау и северо-восточную хребта Кунгей Алатау. В горной части в р. Шелек впадает около 70 притоков.

Высокогорная часть Заилийского Алатау хорошо доступна северным и западным вторжениям воздушных масс. Реки Турген, Есик, Талгар, Киши Алматы, Улькен Алматы, Каскелен, Аксай берут своё начало здесь на высотах более 3000м в предгорьях. На конусах выноса, вследствие потерь на инфильтрацию и разбора воды на орошение каменистые русла большинства рек большую часть года сухи или имеют незначительный сток. Западные отроги Илейского Алатау, хребет Жетыжол, восточная часть хребта Кастек представлены склонами выположенных низкогорных отрогов с малочисленными речками, теряющимися в обширном предгорном шлейфе.

Река Курты – нижний из левобережных притоков р. Иле и единственный приток, впадающий в неё ниже Капшагайского ущелья, формирует свой сток из мелких притоков здесь, в западных отрогах хребта Илейский Алатау, в Кендыктасе и Шу-Илийских горах. Вследствие отсутствия в бассейне ледников и снежников река по водоносности и режиму стока отличается от других рек Илейского Алатау [11-12; 46-47].

### **Природная система озера Балкаш.**

Река Иле является крупнейшей водной артерией озера Балкаш и обеспечивает порядка 80% притока свежих речных вод, благодаря чему его уровень находится в экологически устойчивом состоянии, а само озеро предотвращает процессы опустынивания в этом аридном регионе Центральной Азии.

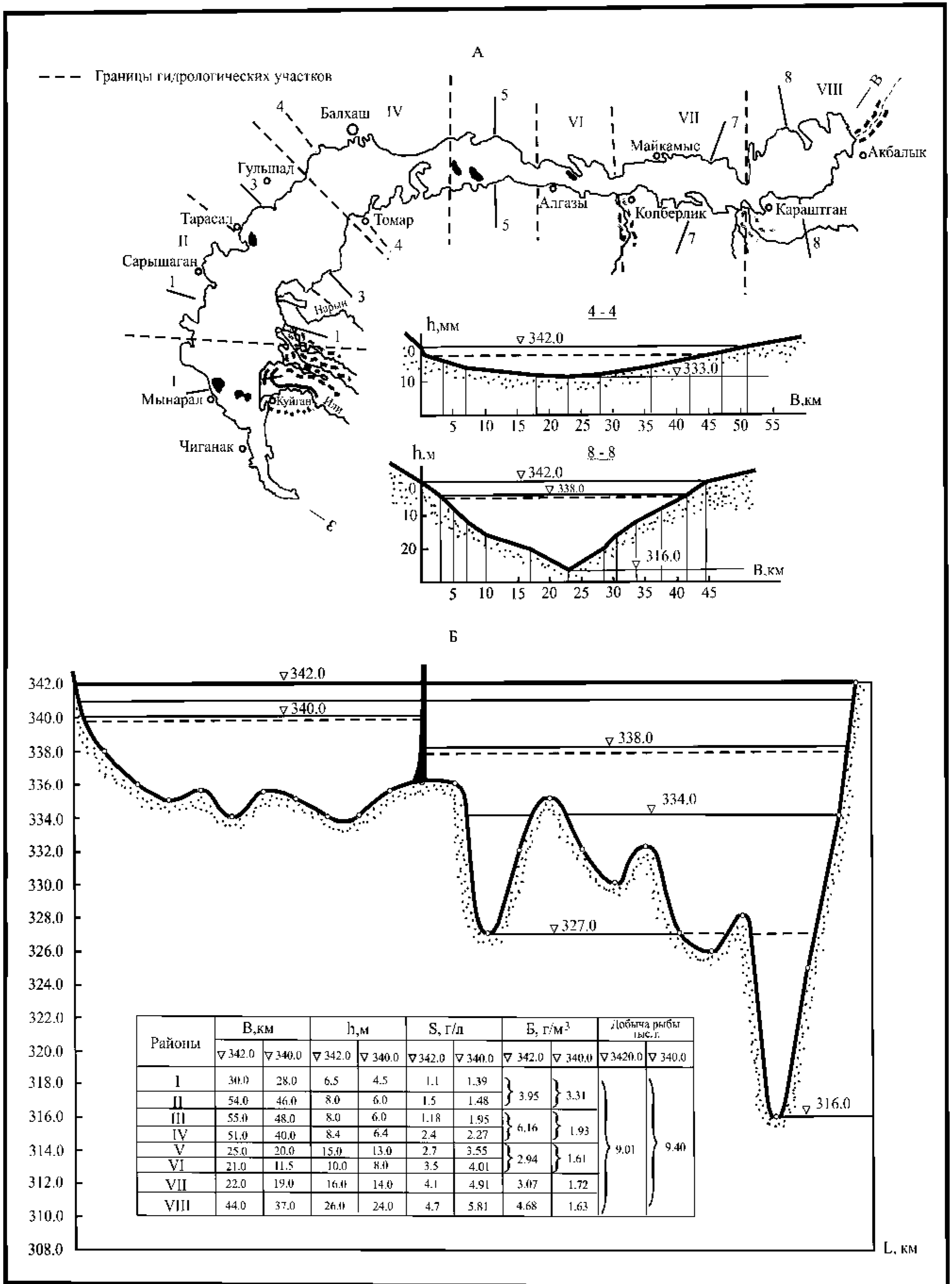
Озеро Балкаш является третьим по величине и древнейшим по возрасту бессточным водоемом планеты [11; 49]. Водосборная площадь охватывает территорию в 413 тыс. км<sup>2</sup>, из которой около 15% находится в пределах КНР и занимает юго-восточную часть республики Казахстан, площадь самого оз. Балхаш составляет 18000 км<sup>2</sup>.

Озеро вытянуто почти в широтном направлении, имеет длину свыше 600 км. При максимальной ширине 55 км. Средняя многолетняя отметка уровня воды в озере, определенная для собственного (незарегулированного) режима стока составляет 314,8 м Бс. (рисунок 2). Наиболее характерной особенностью морфометрического строения акватории озера является резкое разграничение ее на две половины, отличные друг от друга не только морфометрическими элементами, но и физико-гидрологическими свойствами. Полуостров Узын Арал делит озеро на две части: Западный и Восточный Балкаш, которые сообщаются между собой узким проливом Сарыесик.

Примерно около 300 тыс. лет тому назад большая часть бессточных озер Центральной Азии была объединена в общем, водоеме – море Ханкай или Прабалкаш по И.Мушкетову, М.Ж. Жандаеву. Предполагается, что оз. Балкаш было объединено с Аральским и Каспийским морем (по р. Прашу или Прасырдаря) [1, с.241; 50-51].

Современное озеро Балкаш представляет собой водоем, состоящий из восьми наиболее выраженных плесов. Наиболее крупный плес имеет среднюю глубину 3,4 м при ширине 35 км. Максимальная глубина наблюдается в Бурылтобе плесе до 32 м при отметке уровня 342 м. Абс [52]. Различие размеров и форм котловин западной и восточной частей озера существенна. Восточный Балкаш более глубоководный (глубина 12-16 м), у полуострова Кашкынтобе достигает 26 м. Западный Балкаш представляет собой проточный водоем, поскольку, река Иле обеспечивает почти 80% (11,8 км<sup>3</sup> в среднем) притока речных вод с содержанием солей менее 0,5 г/л. В Восточной части озера относятся бассейны рек Аягоз, Лепсы, Аксу и Каратал доносили в среднем 3,2 км<sup>3</sup> воды. Суммарный речной приток в озеро составляет примерно 15 км<sup>3</sup>, примерно столько же испаряется с поверхности озера ежегодно.

Через пролив Сарыесик в Восточный Балкаш уходит балансовый приток с минерализацией 1,5 г/л. Поэтому эта часть озера более солоноватая; последняя и является по – существу, бессточным водоемом. Поэтому Л.С.Берг, посетив с экспедицией в 1907 г. Западный Балкаш назвал его “географическим парадоксом” [53].



А- план озера; Б- продольный разрез озера по 3-В.

Рисунок 2 – Морфологические характеристики озера Балкаш

Уровень воды оз. Балкаш испытывает крупномасштабные многолетние (12–14 м) и вековые циклические колебания (2-4 м), обусловленные колебаниями климата (рисунок 3). Последний минимум наблюдался в конце XIX века в 1886 г. отметка 340,52 м.абс., максимум в 1908 г. отметки 343,8 м. После этого уровень озера непрерывно падал, пока в 1946 г. не случился второй «вековой» минимум с отметкой 340,6 м. Затем уровень озера быстро поднялся до отметки 343,0. Эти высокие отметки сохранялись почти 10 лет, пока не началось наполнение Капшагайского водохранилища (рисунок 3). Определенную роль в многолетних колебаниях уровня оз. Балкаш играет дельта реки Иле, влияние которой проявляется в виде тенденции изменения общего фона годовых потерь стока – увеличения в озерной фазе циклического развития дельты и уменьшения в русловой фазе [54; 55]. Кроме того, на годовые колебания уровня оз. Балкаш оказывало все возрастающее антропогенное влияние.

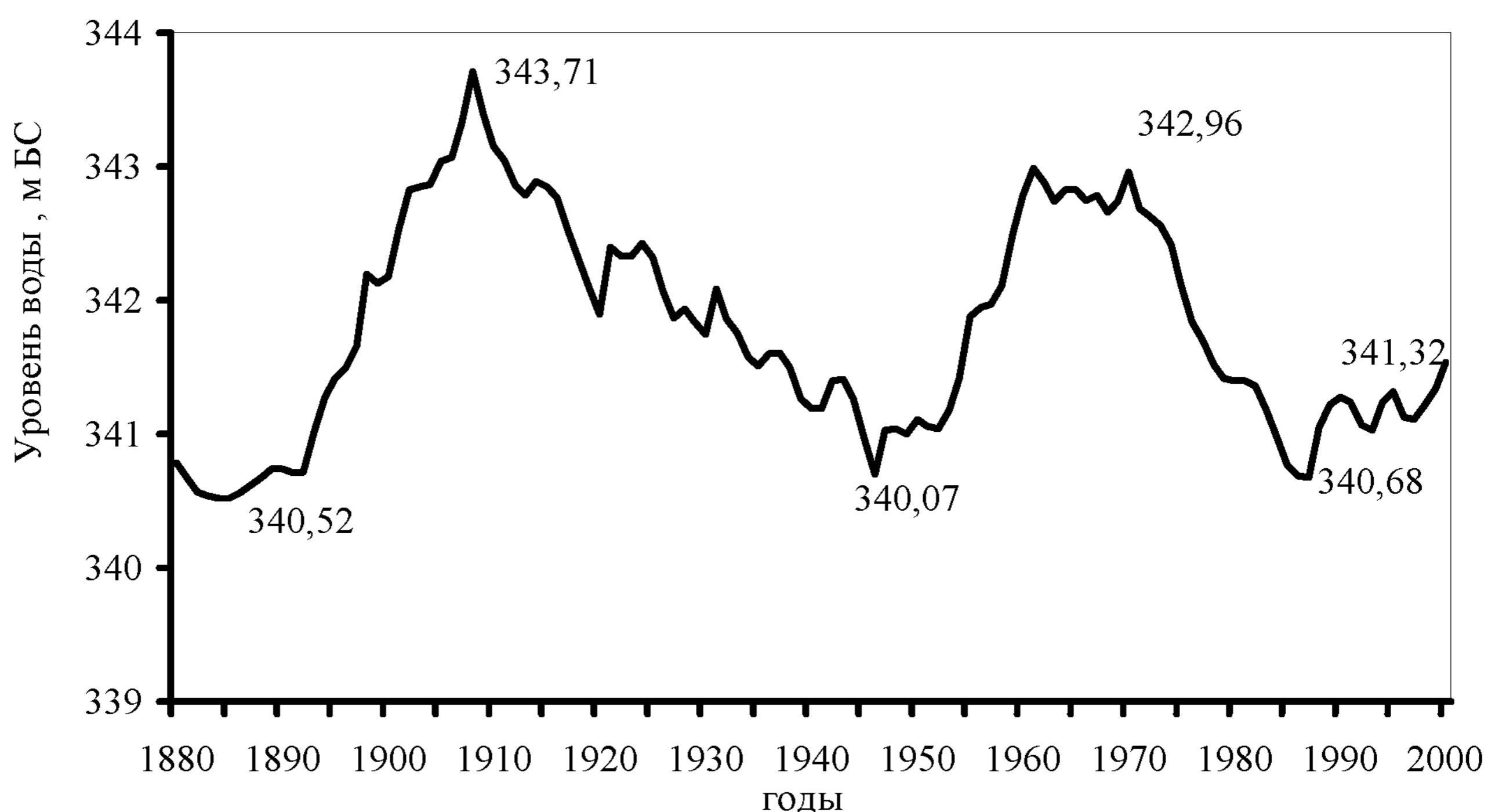


Рисунок 3 – Динамика уровня оз.Балкаш

Озеро Балкаш относительно мелководный водоем в отличие от глубоководных озер гумидной зоны Евразии (по сравнению с озером Байкал, где глубина достигает 1700 м), что является причиной хорошего перемешивания по глубине и площади. Кроме того, ветровые дрейфовые течения здесь взмучивают и вовлекают толщу донных отложений, которые образует береговые валы, дюны и косы а в местах водоворотов, возникают большие массы загадочных блуждающих песков, в которые попадают иногда рыболовецкие суда (Досайская коса).

Эта гидродинамическая особенность объясняет сильноизрезанные в плане берега озера, наличие многочисленных бухт, заливов, островов и песчаных отмелей. Именно поэтому в ранних мелководных озерах Центральной Азии действуют своеобразный механизм самосохранения: отчленяются отдельные озерца, с которых меньше испарение в периоды низкого уровня, или

регрессивную фазу. Тем самым образуются отдельные плесы, поддерживающие природное равновесие. Внутриконтинентальное положение среди пустынь, полупустынь и сухих степей, орографическая и климатическая неоднородность обусловили большое разнообразие природных условий [1, с.260].

В озере обнаружена уникальная эндемичная ихтиофауна (маринка, балхашский окунь, щип – балхашский осетр и др.). Озеро является самым северным ареалом размножения розового пеликана и местом подкормки и отдыха многих перелетных птиц на пути к северным морям [1, с.236; 13, с.90].

#### **Гидрография современной дельты р.Иле.**

При впадении оз. Балхаш р. Иле образует дельту, площадь современной дельты р. Иле составляет 8000 км<sup>2</sup> (40 % площади озера). Дельта представляет собой сложную систему песчаных барханов, проток, озер, болот, покрытых зарослями тростника. Вершина дельты находится в 70 км ниже селения Баканас, где река разделяется на три системы рукавов .

В настоящее время сток р. Иле распределяется по трем основным дельтовым системам: Топарская, Илийская, Жиделинская. Причем по Топарской системе вода не доходит до оз. Балкаш, а от Илийской системы остался только один отмирающий рукав Калган-Иле (рисунок 4). Основной сток р.Иле (около 90 %) идет по более разветвленной правобережной системе. На расстоянии 30 км от истока рукав Аксерке разделяется на две протоки: Когалы и Жидели, которые в свою очередь, имеют довольно разветвленные системы проток . В последнее время происходит перераспределение стока между ними в пользу наиболее молодой и активной протоки Когалы [13, с.28-29].

Согласно литературным источникам по истории формирования дельты р.Иле [55-56], в ее развитии отмечены следующие этапы: с 1753-1785 гг. «баканасы» отмерли, и образовалась современная Илийская дельта; образование Топарской системы приходится на конец XIX начало XX века, самая молодая Жиделинская дельтовая система образовалась в 1908-1910 гг.

Отличительная особенность дельты р. Иле – высокая динамичность гидрографической сети и ландшафтов. Интенсивно протекающие русловые процессы и колебания водности р.Иле и уровня оз. Балкаш постоянно меняют размеры площадей угодий, ежегодных разливов и распределение стока по рукавам дельты [54; 55; -56-59].

По результатам экспедиции и измерений кафедры Гидрологии КазНУ им. аль-Фараби, проведенные в последние годы [60], из расхода воды в вершине дельты равного 562 м<sup>3</sup>/с около 91% 513 м<sup>3</sup>/с идет по рукаву Жидели, в Топарскую систему попадает 24,5 м<sup>3</sup>/с или 4,4% стока, а в рукав Иле поступает 4,6% суммарного стока. Затем вода следует через протоки Жидели, Паршинская, Белоноговская и около 30% стока рукава Жидели по протоке Иир в оз. Балкаш поступает 253 м<sup>3</sup>/с.

Вопросы динамики дельты р.Иле наиболее полно рассмотрены в работах Р.М. Хайдарова и С.А. Абдрасилова [13, с.270-276].



Условные обозначения:

Основные протоки р.Иле:

I - Тонар и тонарская система озёр;

II - Калган-Или и Куйган;

III- Когалы, озера средней дельты Иир;

IV- Жидели, озера нижней дельты, протока Шубар-кунан и Майтан;

V- Арыстан, канал в Нарын;

VI - Наурызбай, дренирующая Нарын;

VII - Байменей, канал Базарбай;

VIII - Паршинская протока;

IX - Новая.

Населенные пункты: 1-Миялы, 2-Ушжарма, 3-Акколь, 4-Аралтобе, 5-Айнаколь,

6-Жидели, 7-Куйган, 8-Караузьяк, 9-Байменей, 10-гидропост Шубаркунан,

11-рыбпункт Асаубай, 12-Архар, 13-Муздыбай, 14-Наурызбай, 15-Аккум,

16-Ортадерсеин, 17-Каракум-стоковые течения

Рисунок 4 – Схема Западного Балхаша и дельты р.Иле

Согласно их исследованиям системы рукавов в своем циклическом развитии проходят последовательно четыре стадии: 1-я образование новой системы, 2-я – образование единого русла, 3-я – интенсивное меандрирование, 4-я – отмирание системы. Первая и вторая стадии соответствуют озерной фазе, которая характеризуется широким развитием новой гидрографической сети и большими площадями разливов. В конце второй стадии наступает русловая фаза, характеризующаяся сосредоточением стока в ограниченной русловой сети, резким сокращением площадей ежегодных разливов и озёр. Исследования С.А. Абдрасилова [54; 60] позволили сделать вывод о взаимовлиянии дельты

р.Иле и оз. Балкаш: многовековые и вековые колебания уровня оз. Балкаш приводили к образованию новых дельт с сильно развитой гидрографической сетью, а внутривековые – к образованию небольших дельтовых систем, типа современной Топарской. Например наступление векового максимума 1961-1970 гг. привело к резкой активизации протоки Когалы, и в настоящее время основной сток проходит по этой протоке.

Кроме того, динамика дельты р.Иле, в свою очередь, влияет как на амплитуду, так и на длительность цикла колебаний уровня приемного водоема. В частности, начавшаяся фаза дельтового цикла срезает пик максимальной ординаты уровня в оз. Балкаш в конце трансгрессивного периода, еще более снижает минимальные отметки уровня водоема в конце регрессивного периода, а также ускоряет сроки наступления отдельных фаз внутривекового цикла [54; 60].

**Подземные воды.** Сложные гидрогеологические условия Иле-Балхашского бассейна к настоящему времени хорошо изучены в результате гидрогеологических работ и широко освещены в литературе [12; 13; 37; 61-64].

Подземные воды исследуемого региона представлены мощными артезианскими бассейнами, приуроченными к предгорным равнинам и межгорным впадинам. Здесь они активно взаимодействуют с поверхностными водами рек, которые их дренируют.

По современным оценкам исследователей, из общего количества разведанных подземных запасов воды используется только 1183, 3 тыс. м<sup>3</sup>/сут или порядка 9%. Общая величина прогнозных ресурсов пресных вод по южной территории бассейна оз. Балкаш составляет 25000 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а с минерализацией до 3 г/л – 8100 тыс. м<sup>3</sup>/сут [64-65].

Как утверждают многие гидрогеологи [64; 66], использование только разведанных запасов подземных вод на существующих полях орошения позволит вернуть в оз. Балкаш 2-2,5 км<sup>3</sup> воды в год поверхностного стока. Однако вековые запасы артезианских бассейнов, которые являются реликтовыми можно рассматривать как бесценные ресурсы питьевого водоснабжения. Как нам представляется, их не следует вовлекать в хозяйственный оборот, в связи с их замедленным круговоротом воды. Подземные воды обновляются примерно один раз в тысячелетие, тогда как в реке равнины вода обновляется до 8 раз в год, в горах до 22 раз в год. Потому мы ставим вопрос о неприкосновенности этих запасов природных вод, предлагаем считать их запасами воды для будущих поколений, т.к. возможное их загрязнение, может привести к деградации и исчерпанию подземных вод.

### **Характеристика современного гидрохимического режима, минерализации вод рек бассейна озера Балкаш.**

Анализ имеющихся материалов исследований показывает, что пространственное изменение минерализации речных вод в бассейне озера Балхаш до начала здесь интенсивной хозяйственной деятельности было незначительным.

Следует отметить, что регулярных систематических наблюдений за химическим составом речной воды по всему течению рек бассейна от верховья до устья не имеется, однако по данной теме было проведено немало исследований М.А. Ибрагимовой [67], В.М. Стародубцевой [68], С.М. Романовой [69], Г.М. Самоуковой [37] и др.

Выявлено, что минерализация речных вод региона подчиняется высотной зональности, т. е. изменяется от минимального до максимального показателя от истоков к устьям, что подтверждается исследованиями Г.М. Самоуковой [12]. Для рек данной территории характерно также четкое изменение химического состава вод в сторону увеличения в них сульфатов и хлоридов щелочных металлов в направлении от верховьев рек к низовьям, что объясняется действием промышленных и сельскохозяйственных вод, тогда как процентное содержание  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$  уменьшается, хотя эти ионы в наименьшей степени испытывают влияние антропогенных факторов [67-69].

Изменение химического состава реки Иле по течению до строительства Капшагайской плотины на участке от госграницы до пос. Ушжарма происходил рост минерализации на незначительную величину (от 300 мг/л до 319 мг/л), всего на 19 мг/л. [70]. После 1977-80гг. стало происходить на этом же участке возрастание минерализации от 286 до 349 мг/л за счёт притоков реки Иле, большая часть которых имеет химический состав, отличающийся от Илийской [67,69]. В нижнем течении реки Иле в 2км от устья концентрация до 412 мг/л против 349 мг/л в 392 км от устья.

В дельте сток реки Иле разветвляется по многочисленным рукавам. Материалы исследований [69] показывают, что минерализация воды в самых крупных протоках дельты (Жидели, Кетпенкалды и Арыстан) составляет 412-522 мг/л, а в мелких (Караозек и Байменей) до 877 мг/л. По состоянию главных ионов река Иле в течении года и по всей длине относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция второго типа. Однако, если средняя концентрация  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Ca}^{2+}$  практически не изменяется по течению реки, то концентрация  $\text{Mg}^{2+}$  увеличивается в 1,5 раз;  $\text{SO}_4^{2-}$  в 2,0;  $\text{Cl}^-$  в 2,4;  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в 2,6 раза. С возрастанием минерализации в составе преобладают сульфаты, заметно увеличивается доля хлоридов и натрия [67-69].

После зарегулирования стока реки Иле (1970г.) средняя минерализация воды возросла, снизился коэффициент вариации от 27,5 до 7,9% и теснота связи между минерализацией и отдельными ионами ослабла [67; 69].

Гидрохимические исследования на акватории озера Балкаш проводились рядом учёных и освещены во многих работах [71-74].

Неоднородность минерализации по длине озера является одной из отличительных особенностей озера Балкаш среди континентальных озёр мира. До начала снижения уровня (1929-1966гг.) по данным Н.А. Амиргалиева [71] минерализация воды в среднем по Западному Балкашу составляла 1,18 г/кг, Восточному Балкашу 3,87 г/кг, всего озера 2,63 г/кг. После зарегулирования стока реки Иле в 1970 г. и интенсивного хозяйственного использования изменилась концентрация ионного и солевого состава. По данным исследований [72] минерализация Западного Балкаша (ЗБ) возросла на 0,54 -