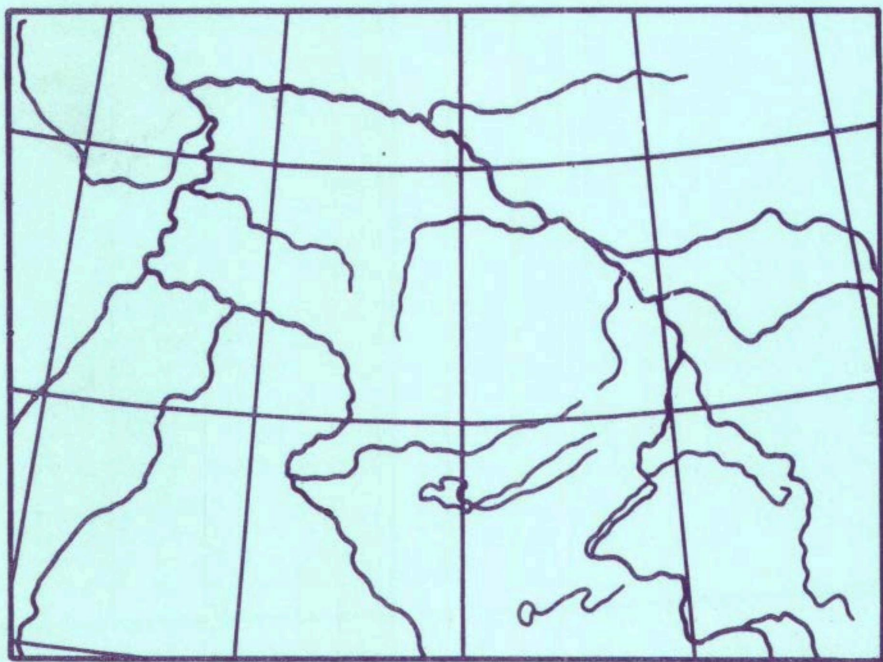


ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК



НОВОСИБИРСК-1982

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ,
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ
СТОКА СИБИРСКИХ РЕК**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК-1982

Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. : Сб. науч. тр./АН СССР, Сиб. отделение, Ин-т геологии и геофизики Редкол.: чл.-кор. О.Ф. Васильев (отв. ред.) и др. - Новосибирск; 1982. - 90 с.

В сборнике освещаются некоторые результаты исследований, проведенных на Иртыше, Оби и Енисее, а также в сельскохозяйственных районах юга Западной Сибири в связи с комплексным освоением водных ресурсов. Рассмотрены основные характеристики гидрологического режима сибирских рек и гидрогеологические условия в районах проведения водохозяйственных мероприятий. По отдельным водным объектам дан прогноз изменения гидроклиматических элементов в связи с регулированием стока.

Книга представляет интерес для специалистов, занимающихся вопросами перераспределения водных ресурсов и изменения природных условий под влиянием хозяйственной деятельности.

Р е д к о л л е г и я :

канд. геол.-мин. наук А.Д. Бейзель, чл.-кор. АН СССР
О.Ф. Васильев (отв. ред.), канд. геогр. наук В.М. Савкин

Р е ц е н з е н т ы :

д-р геол.-мин. наук В.А. Николаев, канд. геогр. наук
В.М. Топоров

© Институт геологии
и геофизики СО АН СССР,
1982 г.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Задачи по дальнейшему развитию и укреплению сельского хозяйства Советского Союза и, в частности, необходимость дальнейшего увеличения производства хлопка ставят на повестку дня проблему водоснабжения Средней Азии. Вода там нужна для развития производства зерновых культур, орошения фруктовых плантаций, жизнеобеспечения населенных пунктов и т.п. Огромную, пока неразрешимую проблему представляет задача сохранения Аральского моря. Ежегодно с его поверхности испаряется 40 км^3 воды. Амударья и Сырдарья по мере развития оросительных систем доставляют в Аральское море все меньше воды и восполнить эти потери, по существу, невозможно.

Наряду с мероприятиями по усовершенствованию оросительной системы Средней Азии, как одного из направлений решения проблемы улучшения водоснабжения, разработан проект дополнительной доставки воды в Среднюю Азию путем переброски на юг части стока сибирских рек. Однако прежде чем реализовать подобный проект, необходимо провести ряд научных исследований, основной объем которых должны взять на себя институты Сибирского отделения АН СССР.

Сибирь обладает огромными водными ресурсами. Ежегодно сибирские реки сбрасывают в арктические моря около 2500 км^3 пресной воды. Только в озере Байкал заключено около $23\,000 \text{ км}^3$ высококачественной пресной воды. Болота Западной Сибири содержат не менее 1000 км^3 воды.

Совершенно очевидно, что в первую очередь вода из Сибири должна забираться из бассейна Оби и Иртыша и лишь в дальнейшем, по мере исчерпания водных ресурсов этого бассейна, станет необходимым вовлечение вод бассейна Енисея. Тем самым Обь и Иртыш окажутся, в основном, в положении транзитных водных артерий и их водные ресурсы будут сохранены.

Наиболее оптимальным вариантом трассы переброски сибирских вод в Казахстан и Среднюю Азию явится канал от устья Иртыша вдоль его нижнего течения и вдоль Тобола через Тургайский прогиб и далее в обход Аральского моря к Сырдарье и Амударье.

Первоочередной задачей, стоящей перед сибирскими учеными,

является установление предельно возможного без существенного ущерба народному хозяйству и природе Западной Сибири забора воды для переброски в Среднюю Азию из бассейна Оби и Иртыша. При решении такой задачи необходимо учесть те объемы воды, которые уже забираются или будут в ближайшие десятилетия забираться из Оби, Иртыша и их притоков для мелиорации на юге Западной Сибири, в Казахстане (Карагандинский канал).

В рамках указанной задачи очень важно сосредоточить внимание на исследованиях в нижнем отрезке течения Иртыша (ниже устья Тобола), чтобы не допустить нарушения режима Иртыша и соответственно природной обстановки.

Вторая задача, стоящая перед сибирскими учеными — провести исследования и наметить конкретные мероприятия по очистке воды Оби, Иртыша и их притоков еще до переброски части стока на юг, в Среднюю Азию. При этом особое внимание следует обратить на мероприятия по борьбе с повышенной минерализацией воды, поскольку она будет возрастать вследствие испарения и вымывания минеральных солей со склонов и дна по мере прохождения воды по каналу. Воды же с повышенной минерализацией (более 2 г/л) непригодны для орошения хлопковых полей.

При всех расчетах объемов переброски вод Оби и Иртыша на юг нельзя упускать из виду потребности в воде самого Обь-Иртышского бассейна. По подсчетам Государственного гидрологического института, средний многолетний годовой сток Оби с Иртышом составляет примерно 400 км^3 (средний за последнее десятилетие — около 350 км^3).

Таким образом, при переброске в Среднюю Азию и Казахстан 25 км^3 воды Обь и Иртыш потеряют 60 км^3 с учетом современного водопотребления, или около $1/6$ современного стока, а при доведении объема переброски до 60 км^3 изъятие воды составит около $2/7$ современного стока в устье Оби.

Поэтому представляется необходимым подключить к переброске сибирских вод на юг воды Енисея и его притоков (годовой сток Енисея около 550 км^3). Отсюда — третья задача сибирских ученых: исследование Обь-Енисейского междуречья с целью выявления оптимального варианта прокладки Обь-Енисейского канала (возможна переброска енисейских вод в Обь через реки Кеть и Кас или через верхнее течение Чулыма южнее Красноярска). При

этом надо иметь в виду, что еще в конце XIX в. реки Кеть и Кас были соединены каналом, по которому грузы из бассейна Оби доставлялись в бассейн Енисея и обратно. После завершения строительства Транссибирской железнодорожной магистрали этот канал был заброшен. Вероятно, Кеть-Касский канал будет наилучшим вариантом организации переброски енисейских вод в Обь. Тогда можно использовать воды не только самого Енисея, но и Ангары. Вариант с Чулым-Енисейским каналом выше Красноярска заставит существенно пересмотреть условия работы енисейских гидроэлектростанций.

Наряду с задачами защиты народного хозяйства и природы Сибири при реализации проекта переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, перед сибирскими учеными стоит серьезная задача перераспределения водных ресурсов сибирских рек для удовлетворения нужд самой Сибири. Прежде всего надо указать на необходимость научного обоснования и планирования работ по мелиорации в южных районах Западной Сибири (степи Кулундинская и Барабинская, Прииртышье, Ишимская степь). Существенное значение для развития рыбного хозяйства имеет восстановление уровня озера Чаны и других озер на юге Западной Сибири.

Очень важно существенно расширить исследования в географическом аспекте, по мелиорации и прогнозу изменения почвенного покрова, растительного и животного мира с целью его защиты, исследования по прогнозу климатических колебаний, обусловленных изменениями в водном балансе отдельных регионов, и в том числе колебаний климата и соответственно ледовитости в морях, омывающих Сибирь с севера. Совершенно обязательным является широкое применение математических методов анализа. Наконец, неотъемлемой и очень важной частью исследований по рассматриваемой проблеме является экономический анализ, который должен на основе рассмотрения всех возможных аспектов либо обосновать, либо отвергнуть выдвигаемые варианты реализации перераспределения водных ресурсов Сибири.

Успех всех перечисленных работ целиком определяется наличием хорошей координации и увязки их между собой. Эту задачу должны взять на себя организованный при Президиуме СО АН СССР Научный совет по проблеме перераспределения водных ресурсов Си-

бири и лаборатория водных проблем, созданная в 1978 г. при Институте геологии и геофизики СО АН СССР.

Обязательным условием для выполнения указанных задач является планомерное финансирование указанных работ, обеспечение их кадрами, организация подготовки кадров, в первую очередь гидрологов, гидрогеологов и экологов, в вузах Сибири, а частично Москвы и Ленинграда.

В дальнейшем значение водных проблем для Сибири будет все более возрастать. Поэтому представляется неизбежным создание в будущем в составе Сибирского отделения АН СССР на основе ныне существующей лаборатории водных проблем специального института.

Одной из важных задач, которые будут стоять перед институтом, явится задача осушения и освоения водораздельных болотных массивов Западной Сибири. Задача эта очень сложна и решаться она будет, вероятно, только в XXI в. Тем не менее, вовлечение в хозяйственное освоение огромных водораздельных пространств Западной Сибири несомненно будет осуществлено.

Здесь нельзя не упомянуть о том, что народнохозяйственное освоение средней и северной полосы Сибири особенно актуально в свете вероятного изменения планетарного климата в сторону потепления. Такое изменение климата на протяжении ближайших десятилетий представляется неизбежным в связи с уже достаточно достоверно установленным накоплением в атмосфере углекислого газа в результате сжигания человеком угля, нефти и газа.

Все варианты строительства крупных каналов и перераспределения водных ресурсов, рассчитанные на десятилетия, обязательно должны учитывать изменение в перспективе климата нашей планеты.

Г.А.Орлова, В.М.Савкин

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ СИБИРСКИХ РЕК В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Интенсивно развивающееся народное хозяйство Сибири и создание территориально-производственных комплексов на основе уникаль-

ных месторождений минерального сырья и относительно дешевых источников энергии предъявляют все возрастающие требования к рациональному использованию и охране водных ресурсов сибирских рек.

Это обуславливает постановку задач комплексного изучения водного режима рек Сибири в их естественном и зарегулированном состоянии, исследований внутригодовой многолетней изменчивости их стока с учетом влияния хозяйственной деятельности человека. Только на основе таких исследований можно дать научно обоснованный прогноз изменения режима природных вод в будущем, разработать географические основы схем комплексного использования и охраны водных ресурсов Сибири.

Продолжительность гидрологических сезонов на сибирских реках тесно связана с широтной зональностью (Вендров, Широков, 1976). Она изменяется для рек, формирующих сток в пределах широтной подзоны от тундры и северной тайги (68–66⁰ с.ш.) до степи (52–50⁰ с.ш.) в пределах от 77–84 до 42–50 дней (весеннее половодье); от 55–61 до 158–169 дней (летне-осенний период) и от 165–166 до 220–232 дней (зимняя межень).

Неравномерность внутри годового распределения стока сибирских рек увеличивается к югу и северу от 62–60⁰ с.ш. и в значительной мере обусловлена географическими особенностями Западно-Сибирской равнины – одной из самых больших аккумулятивных равнин Земного шара. В нашей стране больше нет таких обширных пространств со слабо пересеченным рельефом и незначительными колебаниями относительных высот. Самые пониженные (50–100 м) участки этой равнины – Кондинская, Среднеобская, Нижнеобская, Надымская и Пурская низменности – занимают северные и центральные районы (Природа Среднего региона СССР, 1980).

Наиболее пониженные (около 20 м над ур.м.) части Среднеобской котловины находятся в среднем течении Оби близ устья р. Иртыш, куда и сбегается все главные притоки этих рек (Западная Сибирь, 1963). Поверхность равнины сложена четвертичными отложениями (песками, глинами, суглинками): на юге – аллювиальными и озерными, на севере – ледниковыми, морскими и ледниково-морскими. Формирование ее ландшафтной структуры по типу, близкому к современному, началось в конце палеогена, ког-

да море отступило и развитие природы продолжалось в континентальных условиях (Природа Срединного региона СССР, 1980). В пределах Западно-Сибирской равнины, как нигде на Земном шаре, проявляется четко зональность природных явлений. Она выражена в характере климата, растительности, почвенного покрова, в составе животного мира и во всем комплексе природных условий.

Соотношение тепла и влаги, а следовательно, и природные географические зоны здесь очень правильно сменяются одна другой в направлении с севера на юг. Например, границы растительных зон (тундровой, лесотундровой, лесной, лесостепной) и большей части подзон следуют параллельно друг другу.

Однако переходы между зонами нечетки вследствие равнинности, постепенной смены климатических условий, сильной заболоченности и других причин.

Рассматриваемая территория современного и перспективного освоения стока сибирских рек (участок Средней и Нижней Оби – от Новосибирска до Октябрьского и Нижнего Иртыша – от Тобольска до Ханты-Мансийска) почти целиком попадает в лесоболотную зону, занимая ее центральную и южную части.

Лесоболотная зона охватывает более 60% территории Западно-Сибирской равнины. На севере, вплоть до широтного отрезка долины Оби, преобладают участки ледниково-морских и моренных отложений, местами с холмистым рельефом. В южной половине зоны ландшафты формируются на низменных озерных и аллювиальных равнинах – Кондинской, Среднеобской и других – с плоским рельефом, неглубоко врезанными речными долинами и слабодренированными междуречьями. Междуречные пространства занимают большую часть площади зоны и определяют облик ее рельефа.

Современные долины сформировались в условиях небольших уклонов поверхности и медленного течения рек. Здесь есть хорошо разработанные широкие и глубокие долины больших рек с высоким и крутым правым берегом и системой террас на левобережье, и неглубокие понижения с плохо выраженными склонами – долины большинства малых рек (Природа Срединного региона СССР, 1980).

Равнинность большей части Западной Сибири, имеющая такое большое значение в развитии зон, влияет на все природные явления. В частности, с ней связан малый врез и замедленный сток рек, что в сочетании с горизонтальным залеганием горных пород

приводит к сильному заболачиванию переувлажненных территорий центральной и северной частей равнины и засолению грунтов в южной полосе.

По степени поверхностной обводненности и заболоченности Западно-Сибирская равнина не имеет себе равных (Западная Сибирь, 1963).

Для голоцена средняя площадь ежегодного заболачивания болотных, болотно-луговых и переувлажненных лугово-лесных ландшафтов лесоболотной зоны составляет $59,9 \text{ км}^2$, в целом по Западной Сибири – $81,4 \text{ км}^2$. Последняя величина хорошо согласуется с расчетами М.И. Нейштадта: $78,6 \text{ км}^2/\text{год}$ для всего голоцена и $96,9 \text{ км}^2/\text{год}$ – последние 8000 лет (Природа Срединного региона СССР, 1980).

Характер гидрографической сети соответствует различным условиям увлажнения – избыточного на севере и недостаточного на юге.

Ресурсы поверхностных вод исследуемого района складываются из ежегодно возобновляемых запасов (стока рек и временных водотоков) и аккумулированных в многочисленных озерах, прудах, водохранилищах, понижениях рельефа и болотах. В приустьевую часть Оби в среднем в год поступает около 12% стока всех рек СССР, но это не характеризует полностью степень обводненности территории (Малик, 1978). Ежегодная средняя консервация воды в 1 га болот равна 188 м^3 , а при расчете на общую площадь (40 млн. га) – около $7,5 \text{ км}^3$, а общее количество ее в торфяных болотах Западной Сибири, по расчетам М.И. Нейштадта, примерно 1000 км^3 (Вендров и др., 1966). По проработкам МГУ, в результате длительного переувлажнения в ландшафтах Западно-Сибирской равнины накопились запасы болотных вод, которые оцениваются не менее 1270 км^3 . Выявленный объем болотных вод Западной Сибири составляет примерно 11% известных мировых запасов и 32% – Евразии (Природа Срединного региона СССР, 1980).

Кроме того, значительная часть поверхностного стока уходит на заполнение многочисленных и разнообразных по происхождению озерных котловин.

Особый интерес для народного хозяйства, в виду меньшей трудоемкости их использования, имеют ежегодно возобновляемые запасы воды.

Сведения о стоке и режиме рек Западной Сибири или ее отдель-

ных районов, методики расчетов основных параметров приведены в работах многих исследователей, анализировавших эти материалы за различные периоды и по отдельным элементам и аспектам.

Первой работой, обобщающей данные по гидрологическому режиму рек Западной Сибири по состоянию на 1933 г., явился "Справочник по водным ресурсам" (том XV). Дальнейшее изучение стока рек Западной Сибири тесно связано с интенсификацией ее хозяйственно-экономического развития в 50-х годах (Абрамович, 1952, 1958; Аллошинская, 1955; Малик, 1957; Мезенцев, 1957, 1958; Кузин, 1953).

В 60-е-начале 70-х годов резко увеличивается число публикаций. Исследования проводятся как в центральных институтах (Агупов, 1960; Вендров, 1963, 1970, 1974; Вендров и др., 1966, 1967; Куприянова, 1967; Малик, 1971, 1972; Плиткин, 1971, 1975, 1976, 1977; Ресурсы поверхностных вод районов освоения ..., 1962; Стеженская, 1971), так и в Западной Сибири (Абрамович, 1958, 1960; Баюшева, Павленко, 1961; Комлев, 1969, 1973; Мезенцев, 1957, 1958, 1961, 1963, 1969; Павленко, 1963; Шмаков, 1964).

В данной статье учтены многие из перечисленных работ и использованы наиболее полные на данный период материалы, опубликованные в региональных монографиях (Ресурсы ..., 1969, 1972, 1973), что позволяет с достаточной точностью оценить общий объем речного стока, его изменение во времени и в пространстве.

Перечисленные выше работы и обобщения касаются главным образом или всей Западной Сибири, или наиболее освоенных ее южных районов. По северным заболоченным районам сеть наблюдений и изученность территории недостаточны, а данные не всегда надежны.

Кроме того, в последнее время Государственным гидрологическим институтом (ГГИ) проведена систематизация материалов по водным ресурсам, касающаяся разработки методов и количественной оценки происшедших и ожидаемых изменений водных ресурсов СССР под влиянием хозяйственной деятельности. Эти исследования выполнялись применительно к годовому стоку основных рек страны и суммарным водным ресурсам отдельных природно-экономических районов (Шикломанов, 1979; Плиткин, 1971, 1976, 1977).

Антропогенные факторы начали оказывать значительное влияние на водные ресурсы страны в последние 20-25 лет, т.е. с 50-х годов текущего столетия.

Как отмечается в исследованиях ГГИ, на больших реках Сибири

заметных изменений стока, обусловленных хозяйственной деятельностью, до 1975 г. не происходило.

К 1970 г. изменения стока Оби были незначительны – около 2%, причем произошли они в основном под влиянием проведенных в лесостепной и степной зонах агротехнических мероприятий (1%) и за счет дополнительного испарения с поверхности созданных водохранилищ (около 0,6%). К 1980 г. уменьшение стока Оби составило около 3% (из них за счет агротехнических мероприятий 1,6% и из-за дополнительного испарения с поверхности водохранилищ 0,7%). К 1990 и 2000 гг., как отмечает Г.А.Плиткин (1976), наибольшие изменения в стоке ожидаются за счет перераспределения водных ресурсов в масштабе страны (соответственно на 6,5 и 15,6%) и в результате проведения агротехнических мероприятий (соответственно на 2,1 и 2,6%).

На 1980 г. наибольшую роль в уменьшении стока (Плиткин, 1977) на Иртыше играло создание водохранилищ (42,4%), а к 1990 и 2000 гг. может сказаться территориальное его перераспределение.

Еще в начале 60-х годов некоторые специалисты, работающие в области рационального освоения природных богатств Сибири, выступили против создания крупных подпорных сооружений на Нижней и Средней Оби, на Нижнем Иртыше. Первоначально это касалось создания крупнейшего водохранилища Нижне-Обской ГЭС, в дальнейшем же эта позиция развивалась применительно к другим возможным водохранилищам Западной Сибири (Вендров, Широков, 1976).

В настоящее время полезный объем эксплуатируемых водохранилищ ГЭС Обь-Иртышского бассейна составляет 9% от среднего годового стока Оби в устье, а с учетом перспективных водохранилищ достигнет 22% (Вендров, 1970).

Как показал опыт многолетней эксплуатации водохранилищ Новосибирской и Бухтарминской ГЭС при их основном энергетическом использовании, водоснабжение, орошение и сельское хозяйство несут ущербы из-за нарушения режима затопления пойменных земель, в связи с чем урожаи кормовых трав резко понизились. Весенние пуски из Бухтарминского водохранилища не обеспечивают затопления поймы, в связи с чем необходимо дальнейшее регулирование стока Иртыша, что предусматривается в перспективе созданием Шульбинского водохранилища.

Следует отметить, что многие из проектировавшихся гидроуз-

лов на Оби, Иртыше и их притоках по своим энерго-экономическим показателям оказались неэффективными, так как требовались слишком большие капитальные вложения на 1 кВт установленной мощности ГЭС. Однако если принять во внимание не только выгоды гидроэнергетики, но и возможности комплексного использования водных ресурсов с учетом перерегулирования стока во времени в интересах всех водопользователей, многие из отвергнутых проектов гидроузлов можно рассматривать как перспективные. Это ГЭС на Бие, Ульбе и Убе, регулирующие гидроузлы на уральских притоках Иртыша и Нижней Оби (Малик и др., 1981).

Особого внимания заслуживает проект создания Каменского водохранилища на Оби. Ранее рассматриваемые варианты создания этого водохранилища предполагали высокую подпорную отметку и большие площади затопления. В то же время в них недостаточно учитывались интересы водного хозяйства юга Западной Сибири.

Вопрос о регулирующей роли Каменского водохранилища тесно связан с эксплуатацией существующего Новосибирского, потребность в воде из которого возрастает.

В сложившихся условиях дефицита водных ресурсов Верхней Оби в отдельные периоды года создание Каменского водохранилища позволит осуществить глубокое многолетнее регулирование стока Оби. Оно окажет положительное влияние на эксплуатационный режим Новосибирского водохранилища и на условия в его нижнем бьефе.

Таким образом, создание Каменского водохранилища должно быть рассмотрено с позиций решения водохозяйственных задач юга Западной Сибири: орошения Кулундинской степи и Барабинской низменности, обводнения рыбопромысловых озер этой зоны (Чаны, Сартлан и др.). Дополнительное регулирование стока Оби Каменским водохранилищем явится радикальным способом улучшения водохозяйственного баланса Новосибирского водохранилища.

По мнению специалистов-гидрологов (Малик и др., 1981), в настоящее время все более очевидно, что ощутимые результаты регулирования стока на Оби и Иртыше могут быть достигнуты только при строительстве серии водохранилищ в их верхнем и среднем течении и на притоках. Это обусловит уменьшение и снятие части подпоров, снизит общую продолжительность и высоту паводковых затоплений. Будет решена одна из самых важных проблем мелиорации Западно-Сибирской равнины - создание управляемой в значитель-

ной степени системы речного стока бассейна Оби.

Создание водохранилищ необходимо не только при решении вопросов водного благоустройства самой Сибири, но и при осуществлении обсуждаемого в настоящее время проекта межбассейнового перераспределения стока сибирских рек для обводнения засушливых районов Средней Азии и Казахстана. Так, по расчетам Союзгипроводхоза и ИВП АН СССР, сопоставляющим годовые объемы стока Иртыша в створе г.Тобольска, суммарные величины водопотребления с учетом безвозвратного изъятия на собственные нужды бассейна и возможного межбассейнового перераспределения, суммарный объем притока должен составить $56,5 \text{ км}^3/\text{год}$, что соответствует 60–65% обеспеченности. С целью повышения водообеспеченности намечаемых мероприятий, исходя из наличия водных ресурсов, необходима перерегулирующая емкость объемом до $20\text{--}25 \text{ км}^3$.

Согласно расчетам Союзгипроводхоза, максимально допустимая полезная емкость Тобольского водохранилища, с учетом условий затопления пойменных угодий и подтопления г.Тобольска, не должна превышать $5,7 \text{ км}^3$.

Ограничения в создании водохранилищ на Иртыше обусловили разработку Союзгипроводхозом схемы, в которой Тобольское водохранилище (объемом $5,7 \text{ км}^3$) и Шульбинское (10 км^3) могут быть использованы для сезонного регулирования стока Иртыша в створе г.Тобольска, а Бухтарминское водохранилище (объемом 31 км^3) послужит в качестве многолетнего регулятора.

Изменения стока, в результате регулирования водохранилищами верхних участков Оби и Иртыша, касаются в основном внутри годового перераспределения стока и за исключением отдельных маловодных лет и периодов не отразились на годовом стоке Нижнего Иртыша, Средней и Нижней Оби.

Общий объем годового стока Оби у Салехарда составляет в среднем 390 км^3 . Однако, при значительной площади водосбора, Обь существенно уступает в водности Енисею и Лене. Это объясняется отнюдь не меньшим увлажнением бассейна, а различным соотношением элементов водного баланса, в частности, коэффициент стока по бассейну Оби меньше 0,4, а в бассейне Енисея не более 0,5. И как следствие этого – сильное переувлажнение обширных пространств Западно-Сибирской равнины (Вендров, Комлев, 1976; Комлев, 1969). В связи с особенностями увлажнения необходимо отметить

крайне неравномерное распределение речного стока и водных ресурсов по территории. Средний модуль стока территории севернее 56⁰ с.ш. составляет 5,9 л/с·км². Относительная водность у Новосибирска - 7,4 л/с·км² - значительно ниже, чем при выходе из гор (Обь-Фоминское - 12 л/с·км²). К району Колпашево после впадения полноводных Томи и Чулыма модуль стока увеличивается до 8,5 л/с·км² и удерживается на уровне 7,0-7,3 л/с·км² почти до впадения Иртыша. После чего он резко уменьшается в Белогорье до 4,8 л/с·км² за счет низкого относительного стока Иртыша в устье - 2,4 л/с·км². В низовьях модуль стока вновь возрастает за счет впадающих притоков и в районе Салехарда равен 5,1 л/с·км². Ст-носительная водность Иртыша от Усть-Ишима до Ханты-Мансийска низка и составляет 2,2-2,4 л/с·км².

В соответствии с относительной водностью отдельных участков бассейна происходит нарастание вниз по течению общего объема стока. Объем стока в верхней, наиболее обжитой части бассейна, составляет небольшую долю от стока в устье, у Новосибирска он составляет 14%, а ниже слияния Оби с Томью - около 30%. Таким образом, подавляющая часть стока Обского бассейна формируется в средней и нижней, слабо обжитых частях бассейна, относящихся главным образом к таежной зоне (Комлев, 1969; Вендров, Комлев, 1976).

Уже эти относительные показатели достаточно красноречиво характеризуют неравномерность распределения водных ресурсов по территории, отражающие естественные соотношения между теплом и влагой в тех или иных районах или бассейнах. Территориальная неравномерность стока усугубляется неравномерностью стока в многолетнем разрезе.

Многие исследователи отмечают значительную изменчивость годового стока сибирских рек, которая проявляется в смене различных по продолжительности группировок многоводных и маловодных лет. Было выявлено, что многоводные и маловодные периоды сменяются через 2; 6; 9 и 12 лет (Медведева, 1969, 1974).

За период наблюдений на Нижнем Иртыше наиболее многоводными были 1891-1892, 1895, 1903, 1908-1909, 1912-1915, 1925-1929, 1941-1944, 1946-1950, 1957-1958, 1961, 1969-1973 и 1979 годы, а наиболее маловодными являлись 1900-1901, 1933-1936, 1945, 1951-1955, 1967, 1975-1976.

По рассчитанным и построенным для основных опорных пунктов разностным интегральным кривым произведена оценка водности используемых для расчета периодов, т.е. выявлена репрезентативность этих периодов, произведен анализ циклических колебаний стока рек рассматриваемых лет. Кроме того, интегральные кривые были использованы для исследований синхронности колебаний стока основных рек (рис. I).

Сопоставление интегральных кривых показывает, что колебания годового стока рек Оби, Иртыша и Тобола не всегда синхронны, т.е. соотношение их водности не остается постоянным. Соотношение их водности можно считать синфазным, так как при общем совпадении многоводных и маловодных периодов имеется сдвиг во времени наступления фаз на несколько лет.

Колебания стока Оби, Иртыша и Тобола в основном носят соответственный характер, относительно невысокие коэффициенты корреляции указывают на небольшие различия в колебаниях и некотором сдвиге фаз (Афанасьев, 1967). Рассматривая задачи, связанные с регулированием стока и его территориальным перераспределением, необходимо отметить также исследования по синхронности и асинхронности стока рек Западной Сибири и Средней Азии. Весьма интересные данные получены Г.П.Медведевой (1979). Совместный анализ интегральных кривых годового и сезонного стока не выявил ни строгой синхронности, ни строгой асинхронности в изменениях стока западносибирских и среднеазиатских рек. Анализ колебаний стока рек Западной Сибири и Средней Азии по периодам и за отдельные годы за 60-летний период наблюдений позволил установить 40% случаев неблагоприятного сочетания водности. Особенно неблагоприятная обстановка наблюдалась в последние 12 лет исследуемого периода. Однако эти негативные условия можно было бы несколько смягчить путем создания в многоводные годы и периоды запасов воды на реках Западной Сибири, т.е. многолетним регулированием стока Оби и Иртыша, а также созданием в горах Средней Азии систем водохранилищ многолетнего регулирования.

Отмеченная выше территориальная неравномерность стока и существенные колебания по годам испытывают также направленные изменения, обусловленные хозяйственной деятельностью. Регулирование стока водохранилищами, созданными в верховьях Оби и Ир-

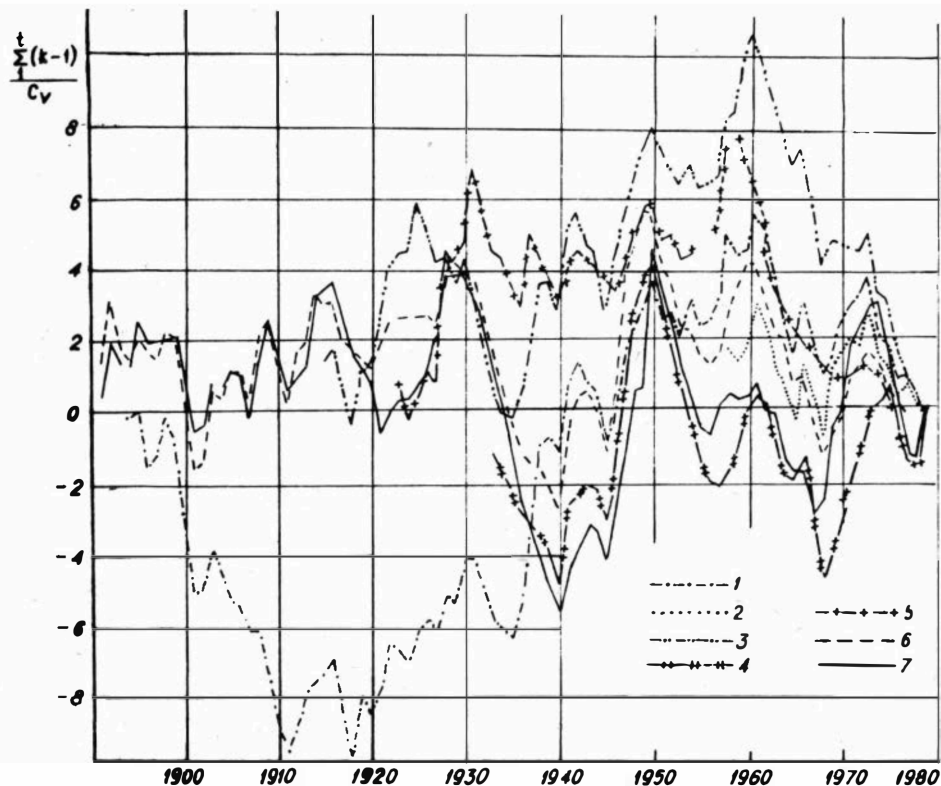


Рис.1. Совмещенные суммарные кривые отклонений от середины модульных коэффициентов годового стока Средней и Нижней Оби и Нижнего Иртыша

- 1 - Обь - Новосибирск;
- 2 - Обь - Новосибирская ГЭС;
- 3 - Обь - Колпашево;
- 4 - Обь - с.Белогорье;
- 5 - Иртыш - Омск;
- 6 - Иртыш - Усть-Ишим;
- 7 - Иртыш - Тобольск

тыша, является, по расчетам Г.А.Плиткина (1977), одним из основных аспектов влияния хозяйственной деятельности. Изменения стока в результате регулирования водохранилищами верхних участков Оби и Иртыша касаются в основном внутригодового перераспределения стока и за исключением отдельных маловодных лет и периодов не отразились на годовом стоке Нижнего Иртыша, Средней и Нижней Оби.

Таким образом, выявление наиболее рациональных путей решения задач водохозяйственного благоустройства региона требует дать оценку бытового гидрологического режима рек, для чего нами были использованы гидрологические данные для Оби от Новосибирска до Залехарда и для Иртыша от Тобольска до Ханты-Мансийска.

Имеющиеся ряды наблюдений, как уже отмечалось выше, проанализированы при помощи разностных интегральных кривых.

Водность выбранных расчетных периодов оказалась близкой к многолетней. Выбранные периоды включают в себя определенное число законченных циклов водности, состоящих из групп многоводных и маловодных лет. Поэтому для расчетов годового стока используются ряды наблюдений до 1979 г. По имеющимся рядам наблюдений для определения годового, максимального и минимального стока различной обеспеченности построены кривые обеспеченности (рис. 2, 3). Отметим, что средний многолетний сток Оби у Новосибирска составляет $54,6 \text{ км}^3$, в многоводные годы он может увеличиваться до $80,4 \text{ км}^3$ (1938 г.) или уменьшаться, как в маловодном 1974 г., до $38,8 \text{ км}^3$. После впадения таких крупных многоводных притоков, как Томь со среднемноголетним стоком в 34 км^3 , Шегарка и Чулым (объем стока около $24,8 \text{ км}^3$), в районе Колпашово средний годовой сток Оби увеличивается до 131 км^3 . Годовой сток в этом створе 170 км^3 , а сток 95%-ной обеспеченности — $97,3 \text{ км}^3$. К Александровскому среднемноголетний сток увеличивается за счет притоков Чая, Кеть, Васюган, Тым до 176 км^3 . Средний годовой сток Оби у Белогорья составляет 324 км^3 , сток 5%-ной обеспеченности — 410 км^3 , 95%-ной — 242 км^3 .

Иртыш — самый многоводный приток Оби, впадает в нее на 1162-м км от устья. Приняв в 6 км выше Тобольска свой наиболее многоводный приток Тобол, Иртыш почти удваивает свой годовой сток в сравнении со створом Усть-Ишима. Годовой сток многовод-

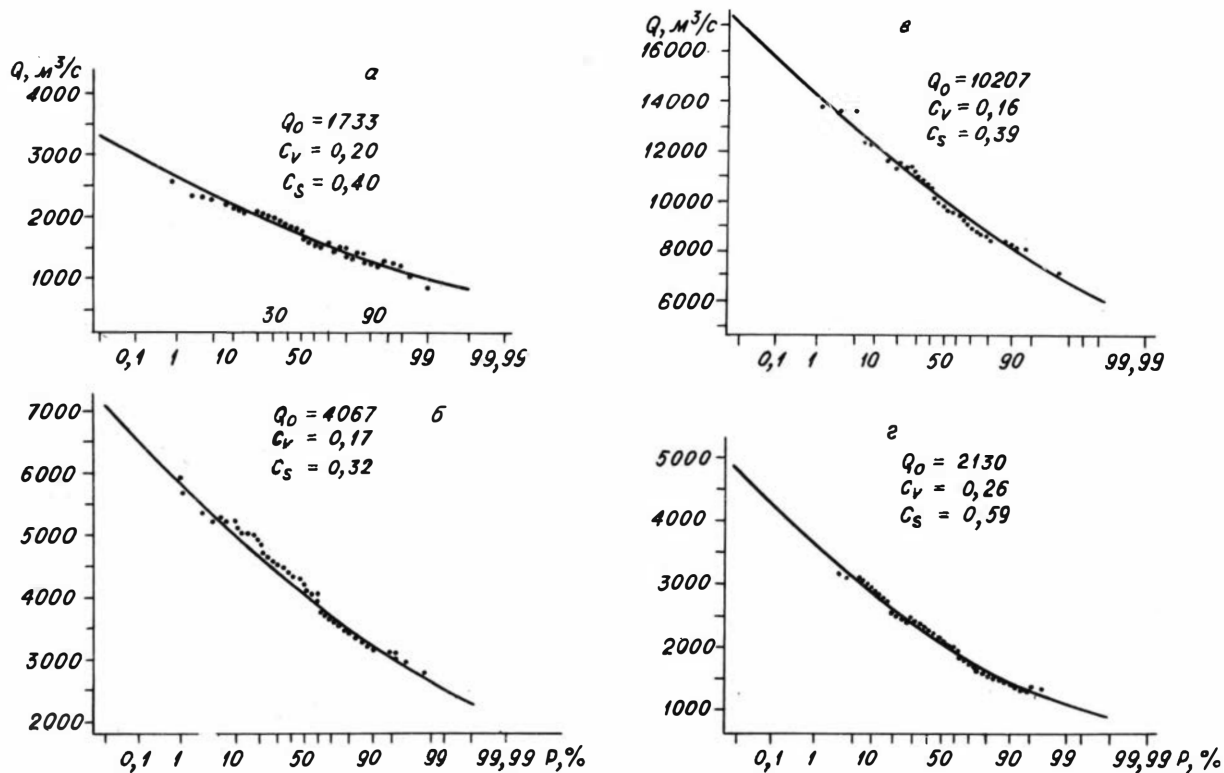


Рис.2. Кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды
 а - Обь - Новосибирск; б - Обь - Колпашево; в - Обь - с.Белогорье; г - Иртыш - Тобольск

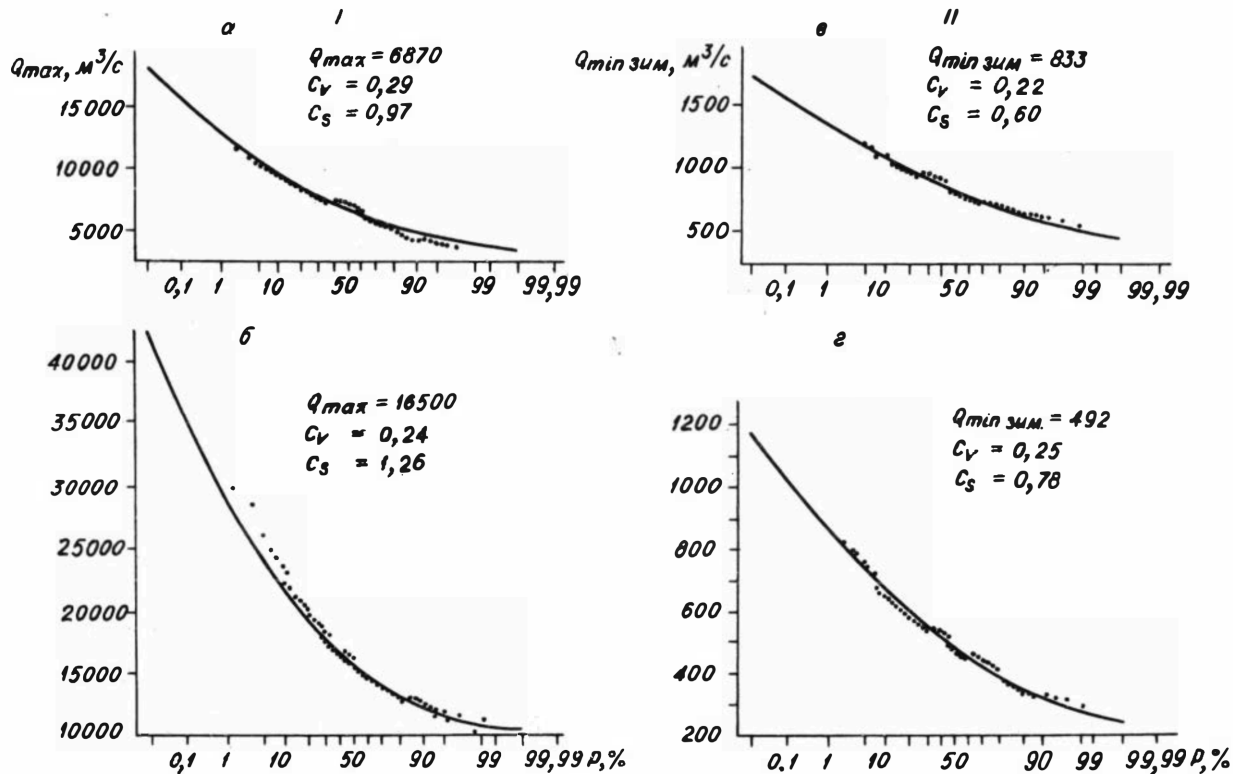


Рис.3. Кривые обеспеченности максимальных (I) и минимальных (II) расходов воды
 а - Обь - Новосибирск; б и в - Обь - Колпашево; г - Иртыш - Тобольск

ных лет ($1947 - 123 \text{ км}^3$) в 3 раза превышает величины маловодных лет ($1967 - 40,4 \text{ км}^3$), сток Иртыша к устью достигает $84 \text{ км}^3/\text{год}$. В экстремальном по режиму уровней и очень многоводном 1979 г. сток в районе Ханты-Мансийска оказался равным 116 км^3 , а считая 1978 г. близким к среднемноголетнему по водности, сток в Ханты-Мансийске равен $2660 \text{ м}^3/\text{с}$ или 84 км^3 .

Для оценки водных ресурсов важен не только среднегодовой сток, но и пределы его возможных ежегодных отклонений от нормы, отражающие многолетние изменения природных процессов, внутригодовое распределение стока и, таким образом, сток отдельных сезонов, в частности весеннего и зимнего, а также сток многоводных и маловодных лет.

Основной фазой режима Оби и Иртыша является весенне-летнее половодье продолжительностью от 3 до 5 мес., сменяющееся летне-осенним периодом от 4 до 2 мес. и продолжительной зимней меженью.

В весенний период (апрель-июнь) на Обь приходится в среднем от 77% у Новосибирска до 74,8% у Колпашево и 69,6% у Белогорья годового стока. Весенний сток в Салехарде составляет 68,6%, на Иртыше, в Усть-Ишиме за весенние месяцы (апрель - июль) в год 50%-ной обеспеченности проходит 61,9% годового стока, а в Тобольске за апрель-август - 72,8%. Летне-осенний сток составляет, изменяясь от Новосибирска до Салехарда, от 19 до 20,5%, зимний - соответственно от 7,6 до 11,4% у Белогорья и 10,9% у Салехарда.

Приведенные характеристики сезонного стока по основным створам получены за многолетний период практически с естественными условиями формирования стока. Распределение стока в современный период несколько изменилось в результате регулирования водохранилищами и под влиянием хозяйственной деятельности. Создание водохранилищ привело к сглаживанию внутригодового хода стока, уменьшению его за весенне-летний сезон и увеличению за осенне-зимний. Для характеристики изменений, происшедших во внутригодовом ходе стока Оби и Иртыша после создания водохранилищ, приведем данные Г.А.Плиткина (1976) о процентном распределении стока за весенне-летний и осенне-зимний сезоны до и после регулирования (см. таблицу).

Среднемноголетнее процентное распределение стока Оби и Иртыша до и после регулирования водохранилищами Новосибирской, Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС

Река-пункт	Площадь водосбора, тыс. км ²	Сток по периодам, % годовых величин			
		до регулирования		после регулирования	
		весенне-летний (апрель-август)	осенне-зимний (сентябрь-март)	весенне-летний (апрель-август)	осенне-зимний (сентябрь-март)
Обь-Новосибирск	252	77,3	23,7	70,7	29,3
Обь-Колпашево	486	75,0	25,0	74,0	26,0
Обь-с. Белогорье	21 610	69,9	30,1	69,1	30,9
Обь-Салехард	2 430	68,5	31,5	68,2	31,8
Иртыш-Усть-Каменогорск	147	55,6	44,4	39,1	60,9
Иртыш-с. Шульба	179	62,9	37,1	53,1	46,9
Иртыш-Омск	321	60,3	39,7	55,7	44,3
Иртыш-Усть-Ишим	567	62,9	37,1	58,1	41,9
Иртыш-Тобольск	969	62,9	37,1	62,8	37,2

Распределение стока по сезонам зависит от водности года. Сток половодья в Белогорье, составляющий в среднем 69%, в маловодном 1974 г. снижался до 55,5%, а в многоводном 1947 г. увеличивался до 82,3%.

Аналогичная картина наблюдается и на Иртыше у Тобольска (в маловодном 1967 г. - 44%, в многоводном 1919 г. - 89%).

В период весеннего половодья отмечаются максимальные расходы и уровни воды. Максимальные расходы 50%-ной обеспеченности нарастают вниз по течению Оби от 6700 м³/с у Новосибирска до 16500 м³/с - у Колпашево, 27000 м³/с - у Белогорья и 36000 м³/с - у Салехарда.

Максимальный 50%-ный расход у Тобольска - 6100 м³/с, расход принятого за средний по водности 1978 г. у Ханты-Мансийска - 5840 м³/с. Максимальный же из наблюдаемых расходов на Оби и Иртыше отмечался в 1941 г., в Белогорье он достигал 51 800 м³/с,

у Тобольска - 12 100 м³/с. Максимальный расход 1%-ной обеспеченности составляет у Новосибирска - 13 400 м³/с, в Белогорье - 50 600, а у Салехарда - 44 300 м³/с.

В конце августа - начале сентября наступает период летней межени, но часто в конце весеннего половодья или на его спаде начинается паводочный период, в результате летняя межень на Оби и Иртыше практически отсутствует. Минимальные расходы и уровни наступают в период зимней межени. Величины и продолжительность минимальных расходов воды - очень важный критерий для определения водных ресурсов.

Минимальные средние зимние расходы воды, близкие к 50%-ной обеспеченности, изменяются на Оби от 839 м³/с (Колпашево) до 2590 м³/с (Белогорье) и до 2790 м³/с (Салехард). Зимние расходы 95%-ной обеспеченности в створе Белогорья составляют всего 2078 м³/с. Наименьший же зимний расход наблюдался в Белогорье

3-6 апреля 1945 г. - 1900 м³/с. Зимние расходы воды на Иртыше у Тобольска составляют при 50%-ной обеспеченности - 511 м³/с, 95%-ной - 343 м³/с, а минимально наблюдаемый расход (23-26 апреля 1937 г.) достигал лишь 297 м³/с.

Продолжительность наиболее маловодного периода на участке Оби от Колпашево до Салехарда составляет в среднем 32-38 дней, на Иртыше в Тобольске - 50 дней.

Бытовой экстремальный сток Оби и Иртыша за последние 10-15 лет отличается от естественного в результате регулирования. По проработкам ГГИ, регулирование стока Верхнего Иртыша оказало влияние на максимальные расходы и уровни, заметное лишь на бесприточном участке. Это влияние на меженные уровни и расходы, а также на годовой сток экстремальных лет прослеживается вплоть до впадения в Обь.

Регулирование стока Верхней Оби в настоящее время практически не оказывает влияния на максимальные расходы обеспеченностью 10% и ниже, лишь максимальные расходы 75 и 99,9%-ной обеспеченности (в маловодные годы) уменьшились на 30-60%, летне-осенние минимальные расходы 75%-ной обеспеченности увеличивались на 10% и 99,9%-ной обеспеченности - почти в 1,5 раза. Еще сильнее изменились зимние минимальные расходы 75%-ной обеспеченности - на 60%, а 99,9%-ной - в 2 раза. Но все эти изменения ощутимы на расстоянии 600 км от плотины лишь в зимний пе-

риод маловодных лет.

Перспективное освоение стока сибирских рек для решения водохозяйственных проблем Сибири и всего Срединного региона требует надежного гидрологического обоснования. Это связано с изучением отдельных элементов режима рек, чтобы на основании всей совокупности их географических особенностей оценить возможные изменения в будущем, что является актуальной задачей настоящего времени.

Литература

Абрамович Д.И. Внутривековые колебания увлажнения Западной Сибири и пути их смягчения. - Тр. Транспортно-энергетического ин-та Зап.-Сиб. филиала АН СССР, 1952, вып.3, с.3-30.

Абрамович Д.И. Изучение вод Западной Сибири. - Изв. Географ. об-ва СССР, Новосибирск, 1958, вып.2, с.11-22.

Абрамович Д.И. Воды Кулундинской степи. Новосибирск:Изд-во СО АН СССР, 1960. 212 с.

Агупов А.В. Норма стока и колебания водности рек Западной Сибири. - В кн.: Колебания и изменения речного стока. М., 1960, с.5-47.

Алюшинская Н.В. Вертикальная зональность в распределении стока на территории Алтая. - Уч. зап. ЛГУ. Сер.географ.наук, 1955, № 199, вып.10, с.137-158.

Афанасьев А.Н. Колебание гидрометеорологического режима территории СССР. М.: Наука, 1967. 230 с.

Баяшева М.И., Павленко Г.В. Средний годовой и максимальный сток южных районов Западной Сибири. - Тр. Транспортно-энергетического ин-та СО АН СССР, 1961, вып.13, с.15-49.

Вендров С.Л. Водохозяйственные проблемы Западной Сибири. - Изв. АН СССР. Сер.географ., 1963, № 1, с.36-44.

Вендров С.Л., Герасимов И.П., Куницын Л.Ф., Нейштадт М.И. Влагооборот на равнинах Западной Сибири, его роль в формировании природы и пути преобразования. - Изв. АН СССР. Сер. географ., 1966, № 5, с.3-17.

Вендров С.Л., Глух И.С., Малик Л.К. К вопросу о влагообо-

роте и водном режиме Западно-Сибирской равнины. - Изв. АН СССР, Сер.географ., 1967, № I, с.41-53.

Вендров С.Л. Проблемы преобразования речных систем. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 235 с.

Вендров С.Л. Задачи и пути улучшения режима увлажненности Западно-Сибирской равнины (в связи с разработкой проблемы переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию). - В кн.: Природные условия юга Сибири и переброска стока рек в Среднюю Азию. Новосибирск: Наука, 1974, с.24-41.

Вендров С.Л., Широков В.М. Проблема водного благоустройства Западной Сибири. - В кн.: Природные ресурсы Сибири. Новосибирск: Наука, 1976, с.6-17.

Вендров С.Л., Комлев А.М. Состояние и перспективы изучения водных ресурсов Западной Сибири в связи с их народнохозяйственным использованием. - Тр.ЗСРНИГМИ, 1976, вып.26, с.5-21.

Западная Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с.19-27, 100-154.

Комлев А.М. Водные ресурсы Западной Сибири, их изучение и использование. - В кн.: Природные условия перспективных районов освоения в Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969, с.24-31.

Комлев А.М. Исследование и расчеты зимнего стока рек (на примере Западной Сибири). - Тр. ЗСРНИГМИ, 1973, вып.9. 199 с.

Куприянова Е.И. Водный баланс Западно-Сибирской равнины. М.: Наука, 1967. 63 с.

Кузин П.С. Режим рек южных районов Западной Сибири, Северного и Центрального Казахстана. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 538с.

Малик Л.К. Некоторые особенности формирования весенних паводков рек Алтая и Кузнецкого Алатау и их учет при определении максимальных снеговых расходов. - Изв. вост. филиалов АН СССР, 1957, № 7, с.87-92.

Малик Л.К. О подпорных явлениях на реках Западно-Сибирской равнины. - Тр. НРГМЦ, 1971, вып.4, с.87-94.

Малик Л.К. Дренирующая способность речной сети Западно-Сибирской равнины как фактор переувлажнения территории. - Тр. ЗСРНИГМИ, 1972, вып.8, с.82-95.

Малик Л.К. Гидрологические проблемы преобразования природы Западной Сибири. М.: Наука, 1978. 180 с.

Малик Л.К., Нейштадт М.И., Караваева Н.А., Раунер Ю.Я. Географический прогноз изменений для Западной Сибири в связи с переброской части стока сибирских рек. - География и природные ресурсы, 1981, № 2, с.135-145.

Медведева Г.П. Многолетние изменения стока рек Западно-Сибирской равнины и влияние на них основных факторов, формирующих весеннее половодье. Автореф. канд. дис. М., 1969. 24 с.

Медведева Г.П. Связь колебаний весеннего стока рек Западной Сибири с атмосферными процессами. - Изв. АН СССР. Сер. географ., 1974, № 4, с.109-113.

Медведева Г.П. Исследование синхронности и асинхронности стока рек Западной Сибири и Средней Азии. - Изв. АН СССР. Сер. географ., 1979, № 2, с.46-52.

Мезенцев В.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности. - Тр. Омского с.-х. ин-та, 1957, т.27, 121 с.

Мезенцев В.С. Гидролого-климатическая характеристика районов освоения целинных и залежных земель Западной Сибири и Северного Казахстана. - Тр. Омского с.-х. ин-та, 1958, т.26, с.59-68.

Мезенцев В.С. Атлас увлажненности и теплообеспеченности Западно-Сибирской равнины. Омск, 1961. 66 с.

Мезенцев В.С. Баланс естественного увлажнения Западно-Сибирской равнины и проблема Нижней Оби. - Изв. АН СССР. Сер. географ., 1963, № 5, с.45-50.

Мезенцев В.С., Карнацевич И.В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. 168 с.

Павленко Г.В. Весенний сток в Кулундинской степи и возможности его прогнозов и расчетов. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1963. 148 с.

Плиткин Г.А. Ресурсы вод местного стока Западной Сибири (по природным зонам и административным областям). - Тр. НРГМЦ, 1971, вып.4, с.54-67.

Плиткин Г.А. Элементы водного баланса бассейна р.Иртыша и их внутригодовое распределение. - Тр. ЭСРНИГМИ, 1975, вып.17, с.64-73.

Плиткин Г.А. Водные ресурсы Оби и их изменение под влия-

нием хозяйственной деятельности. - Тр. ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 26, с.77-92.

Плиткин Г.А. Перспективный водный баланс бассейна Иртыша.- Тр. ЗСРНИГМИ, 1977, вып.35, с.60-71.

Природа Срединного региона СССР (в связи с проблемой переброски речного стока). М.: Изд-во МГУ, 1980, с.16-121.

Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Л.: Гидрометеоиздат, 1962, вып.УІ. 978 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.15, вып.1, ч.1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. 318 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.15, вып.2. Средняя Обь. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 407 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.15, вып.3. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 434 с.

Справочник по водным ресурсам СССР, т.ХУ. Западная Сибирь. Ч.1, Л., 1936, 604 с.; ч.2, 1937, с.605-896.

Стеженская И.Н. Сезонный сток рек Западно-Сибирской равнины. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 67 с.

Шмаков В.М. Годовой сток рек Западной Сибири и методика расчета его колебаний. - В кн.: Водные ресурсы Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1964, с.5-25.

Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 320 с.

С.Г.Бейром, Н.В.Вострякова

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ЗИМНЕГО СТОКА В БАСЕЙНЕ р. ОБИ

Проблема закономерностей колебаний стока рек во времени и по территории относится к числу наиболее важных в области изучения водных ресурсов. Обычно при изучении синхронности, асинхронности и цикличности колебаний речного стока ограничивались рассмотрением годового стока. Между тем важное значение имеет правильное представление о характере распределения водных ресурсов по сезонам и особенно оценка их для наиболее маловодного зимнего периода.

В данной работе анализируются многолетние изменения зимнего стока в бассейне р.Оби.

В пределах бассейна Оби наиболее низкий сток наблюдается в зимний период с ноября по март. Поэтому в дальнейшем при рассмотрении характеристик зимнего стока Оби мы приняли этот единый для всех лет период. Продолжительность периода назначалась с таким расчетом, чтобы в принятых границах помещалась генетически однородная фаза гидрологического режима по всей длине реки.

Для оценки колебаний зимнего стока были использованы следующие характеристики: 1) разностные интегральные кривые; 2) коэффициенты парной корреляции; 3) эмпирические кривые обеспеченности.

Водный режим Оби по течению имеет сложный характер, обусловленный влиянием различных природных зон - как горных сооружений, так и Западно-Сибирской равнины. Некоторые изменения в водный режим Оби вносит деятельность человека, в частности создание водохранилища у Новосибирска и мелких гидротехнических сооружений на притоках.

С учетом этого рассмотрим изменение среднего модуля стока и величины минерализации воды за зимний сезон на отдельных участках Оби в пределах существующих гидрологических створов.

На протяжении 3526 км (от Бийска до Салехарда) данные о расходах и химическом составе воды р.Оби за многолетний период наблюдений имеются по 8 створам с продолжительностью наблюдений 20-86 лет. Расстояния между створами составляют 208-1073 км. Общая площадь бассейна Оби у Салехарда, включая реки Бию и Катунь, равна 2430 тыс.км².

Створ на Оби у с.Фоминское регистрирует сток Горного Алтая и его предгорий (площадь бассейна 97 900 км²). За период с ноября по март средний многолетний модуль стока составляет здесь 2,8 л/с.км², средняя минерализация воды - 170 мг/л.

От створа Фоминское до Новосибирска (площадь бассейна 154100 км³) речная сеть располагается в Приобской лесостепи. В восточной части этой территории наблюдается сильное расчленение рельефа. От Камень-на-Оби до Новосибирска Обь протекает на границе предгорий Салаира и Западно-Сибирской равнины. На этом участке происходит постепенное уменьшение среднего многолетнего модуля

зимнего стока до 2,30 - у Барнаула; 2,10 - у Камня-на-Оби и 2,07 л/с·км² - у Новосибирска в естественных условиях (Комлев, 1973). Минерализация воды увеличивается по длине реки и составляет в среднем 330 мг/л у Новосибирска при колебаниях от 210 до 440 мг/л в зависимости от водности зимнего сезона.

Создание Новосибирского водохранилища изменило водный режим реки на расстоянии около 500 км. Это особенно сказалось на зимнем стоке, который возрос в 1,6 раза по сравнению с естественным режимом (Бейром и др., 1973).

От Новосибирска до Колпашево на участке протяженностью 540 км Обь имеет площадь водосбора 234 тыс.км². Левые притоки Оби на этом участке дренируют восточную часть Барабинской низменности. Правые, более крупные, берущие начало с Алтае—Саянских гор, охватывают своими бассейнами Заобскую провинцию, Кеть—Чулымскую, Кузнецкую котловину и входят верховьями в Кузнецкий Алтай и Горную Шорию. На этом участке самая густая речная сеть - 0,492 км/км². Средний модуль зимнего стока увеличивается от 2,07 у Новосибирска до 2,40 л/с·км² у Колпашево (Комлев, 1973). Поступление притока воды с горных и предгорных районов ведет к снижению средней минерализации воды у Колпашево с 330 до 295 мг/л.

Участок реки от Колпашево до с.Прохоркино протяженностью 397 км (площадь водосбора 252 тыс.км²) проходит по Васюганской равнине, которая является продолжением Барабинской равнины. Средний модуль зимнего стока у с.Прохоркино составляет 2,60 л/с·км², минерализация 280 мг/л, т.е. в тех же пределах, что и по створу Колпашево.

От с.Прохоркино до с.Белогорье протяженность реки 1073 км, а площадь водосбора вместе с бассейном Иртыша 1 442 тыс. км². Средний модуль зимнего стока здесь продолжает уменьшаться и у с.Белогорье после впадения Иртыша составляет 1,8 л/с·км², минерализация воды - 200 мг/л.

На участке длиной 870 км от Белогорья до Салехарда (площадь водосбора 270 тыс.км²) модули зимнего стока и величина минерализации практически не меняются.

Для оценки многолетних колебаний зимнего стока Оби были построены разностные интегральные кривые, а для сравнения такая же кривая была построена и для Иртыша у Тобольска (рис. I).

В общем ходе изменения водности зимнего периода за длительный отрезок времени можно выделить группы маловодных лет. В чередовании их нет строгой периодичности, длительность их разная и соответствует длине циклов для среднего годового стока на крупных реках Северного полушария (Дружинин и др., 1966; Калинин и др., 1968).

В табл. I представлены периоды (фазы) различной водности, их продолжительность и модульные коэффициенты. На Верхней Оби (до г. Камня-на-Оби) и Средней Оби (до впадения Иртыша) наиболее продолжительные маловодные периоды имели место в 1895-1911 гг., 1926-1936 гг. Наиболее продолжительные многоводные периоды - 1937-1943 и 1957-1964 гг.

Многолетние колебания зимнего стока Нижней Оби определяются как колебаниями Иртыша, так и колебаниями стока Средней Оби (см. рис. I). Так, с 1932 по 1942 г. на Иртыше и Нижней Оби имели место маловодные зимние сезоны, в то же время на Средней Оби маловодные годы наблюдались только до 1936 г., а с 1937 по 1946 гг. отмечались многоводные зимние сезоны.

Для анализа синхронности и асинхронности зимнего стока были взяты параллельные ряды наблюдений. За начало периода при-

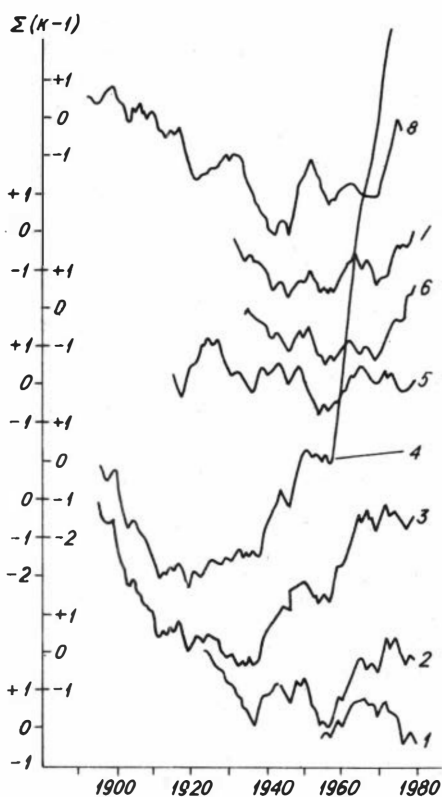


Рис. I. Разностные интегральные кривые зимнего стока Оби и Иртыша

1 - Обь у с. Фоминское; 2 - Обь у г. Барнаула; 3 - Обь у г. Камень-на-Оби; 4 - Обь у Новосибирска; 5 - Обь у г. Колпашево; 6 - Обь у с. Белогорье; 7 - Обь у Салехарда; 8 - Иртыш у Тобольска

Таблица I

Периоды различной водности, их продолжительность и модульные коэффициенты

Период	Фаза водности	Число лет	Модульные коэффициенты							
			Верхняя Обь			Средняя Обь			Нижняя Обь	
			Фоминское	Барнаул	Камень-на-Оби	Новосибирск	Колпашево	Прохорово	Белогорье	Салехард
1895-1911	Спад	17			0,79	0,81				
1912-1916	Подъем	5			1,07	1,11				
1917-1919	Спад	3			0,74	0,76	0,79			
1920-1925	Подъем	6			1,05	1,11	1,25			
1926-1936	Спад	11		0,85	0,94	1,00	0,88			
1937-1943	Подъем	7		1,11	1,21	1,25	1,11			
1944-1946	Спад	3		0,85	1,00	0,83	0,81			
1947-1949	Подъем	3		1,18	1,25	1,47	1,10			
1950-1956	Спад	7		0,69	0,92	0,95	0,78			
1957-1964	Подъем	8	1,10	1,24	1,28		1,12			
1965-1969	Спад	5	0,92	0,89	0,92		0,92	0,87		
1970-1971	Подъем	2	1,20	1,50	1,28		1,12	1,07		
1972-1977	Спад	6	0,82	0,92	0,91		0,91	0,99		
1932-1946	Спад	15				Сток зарегулирован			0,92	0,90
1947-1951	Подъем	5							1,11	1,15
1952-1956	Спад	5							0,82	0,87
1957-1963	Подъем	7							1,08	1,14
1964-1969	Спад	6							0,91	0,88
1970-1979	Подъем	10							1,13	1,14

нят 1932 г., когда начались систематические измерения расходов воды по большинству створов в бассейне Оби. За конец расчетного периода принят 1956 г. С 1957 г. сток Оби зарегулирован Новосибирским водохранилищем, что особенно сказалось на расходах воды в зимние месяцы. Таким образом, продолжительность расчетного ряда зимнего гидрологического сезона составила 25 лет. Данные за этот период можно считать в первом приближении однородными. Расчеты показывают, что по водности принятый период близок к среднему многолетнему и характеризуется наличием многоводных и маловодных группировок лет.

За некоторые годы в пределах указанного периода зимний сток по створам Фоминское и Камень-на-Оби был установлен приведением по створам-аналогам. Приводки осуществлялись методами графической связи и множественной корреляции.

Нами была проанализирована синхронность колебаний зимнего стока по всей длине Оби, для чего рассчитывались коэффициенты парной корреляции для створов Фоминское, Барнаул, Камень-на - Оби, Новосибирск, Колпашево, Белогорье, Салехард. Для характеристики синхронности и асинхронности стока условно была принята предложенная Б.В.Фашевским (1976) следующая градация в зависимости от коэффициентов корреляции:

$r \geq 0,8$ - колебания синхронны;

$0,8 > r \geq 0,5$ - слабая синхронность;

$0,5 > r \geq 0,2$ - средняя асинхронность;

$r \leq 0,2$ - полная асинхронность.

Расчеты показали, что многолетние колебания зимнего стока в основном можно считать синхронными для Верхней и Средней Оби, слабой синхронности - для Средней и Нижней Оби и средней асинхронности - для Верхней и Нижней Оби. Асинхронность колебаний зимнего стока объясняется влиянием Иртыша с несколько иной, чем у Оби, синхронностью стока.

Как указывалось, от верховьев Оби до г.Новосибирска увеличивается минерализация воды, достигающая в конце этого участка наибольших значений. Ниже до с.Белогорье минерализация постепенно снижается. Минерализация воды находится в обратной зависимости от величины расхода воды.

На рис.2 показано изменение минерализации воды в различные по водности сезоны: средняя за 1932-1956 гг., минимальная за многоводную зиму 1946-1947 гг.(обеспеченность 8%) и максимальная за маловодную зиму 1955-1956 гг.(обеспеченность 80%). У Салехарда минерализация воды существенно не меняется в зимний сезон.

Рассмотрим изменение величины солевого стока по длине Оби в различные по водности зимние сезоны. Солевой сток рассчитывался по формуле $R = Q \cdot \Sigma u \cdot T$, где R - солевой сток в исследуемом створе за месяц; Q - средний месячный расход воды; Σu - средняя месячная минерализация воды, полученная по кривым ($\Sigma u = f(Q)$) с учетом фазы режима водности реки; T - число секунд в месяце. Солевой сток за зимний сезон получен суммированием месячных его величин.

Общее количество растворенных минеральных веществ, выноси-

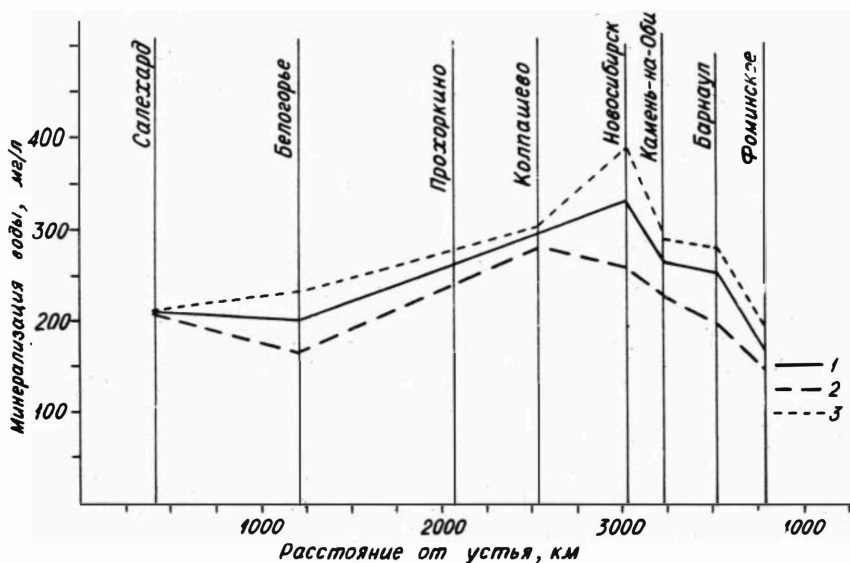


Рис.2. Изменение величины средней за зимний период минерализации воды по длине Оби в различные по водности годы
 1 - средняя за период 1932-1956 гг.; 2 - 1947 г. (многоводный);
 3 - 1956 г. (маловодный)

ных поверхностным стоком, зависит не только от минерализации воды, но в значительной степени и от объема ~~жидкого~~ стока (Назаров, 1981).

Как показывают расчеты (табл.2), величина солевого стока Оби увеличивается вниз по течению и зависит от водности сезона.

Размеры и характер влияния Новосибирского водохранилища на изменение минерализации и солевого стока Оби можно установить, сопоставляя эти величины по створу Новосибирск в естественных и зарегулированных условиях. С помощью разностных интегральных кривых установлено, что периоду 1957-1979 гг. (после создания водохранилища) соответствует период 1936-1956 гг.

В зимний период сток Оби в створе Новосибирск в среднем увеличился на $250 \text{ м}^3/\text{с}$ за счет сработки объема водохранилища, а минерализация воды уменьшилась с 330 до 285 мг/л. Средняя величина солевого стока возросла на 24%.

Таблица 2

Объемы солевого стока за зимний сезон в бассейне Оби в
годы различной водности

Створ	Объем солевого стока, тыс.т		
	Средний за 1932-1950 гг.	Многоводный сезон 1946-1947 гг.	Маловодный сезон 1955-1956 гг.
Фоминское	-	-	602
Барнаул	1150	1460	1050
Камень-на-Оби	1500	1860	1300
Новосибирск	2050	2050	1660
Колпашево	4760	4760	3880
Белогорье	9980	9980	9630
Салехард	12130	12130	11600

Регулирующая роль Новосибирского водохранилища сказывается на расстоянии до 500 км (примерно в районе створа Колпашево), далее вниз по течению изменений не наблюдается.

Выводы:

Многолетние колебания стока за зимний период (ноябрь-март) можно считать синхронными только для Верхней и Средней Оби.

По длине Оби от истоков до Новосибирска наблюдается постепенное уменьшение среднего многолетнего модуля зимнего стока и увеличение минерализации воды, ниже до г.Белогорье модули стока воды повышаются, соответственно снижается минерализация воды.

В результате создания водохранилища минерализация воды в зимний сезон ниже Новосибирского гидроузла несколько уменьшилась.

Литература

Бейром С.Г., Вострякова Н.В., Широков В.М. Изменение природных условий Средней Оби после создания Новосибирской ГЭС. Новосибирск: Наука, 1973. 143 с.

Дружинин И.П., Коноваленко З.П., Кукушкина В.П., Хамьянова Н.В. Речной сток и геофизические процессы. М.: Наука, 1966. 295 с.

Калинин Г.И., Давыдова А.И. Циклические колебания стока рек Северного полушария. – В кн.: Проблемы речного стока, М.: Изд-во МГУ, 1968, с.9–22.

Комлев А.М. Исследования и расчеты зимнего стока рек (на примере Западной Сибири). М.: Гидрометеиздат, 1973. 196 с.

Назаров Г.В. Гидрологическая роль почв. Л.: Наука, 1981. 215 с.

Фещевский Б.В. Некоторые особенности многолетних колебаний весеннего стока в бассейне р.Припять. – В кн.: Вопросы водного хозяйства, Минск: Урожай, 1976, вып.2, с.71–83.

А.Л.Бейзель

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОДЗЕМНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ БАЛАНСА ОЗЕРА ЧАНЫ

В связи с разработкой проекта орошения земель Кулундинской степи Новосибирской области и попутного обводнения мелющего оз. Чаны возникла необходимость составить подробный прогноз изменения гидрогеологических условий на осваиваемой территории. Этот район является составной частью обширной бессточной области Обь-Иртышского междуречья, определяемой в гидрогеологическом отношении как территория озерных водосборов степной и лесостепной частей Западно-Сибирского артезианского бассейна. Озера являются замыкающими бассейнами стока как поверхностных, так и подземных вод зоны свободного водообмена. Поэтому выяснение и количественная оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод озерных бассейнов поставлено одной из задач специального исследования, проводимого лабораторией водных проблем ИГиГ СО АН СССР. Объектом исследования выбрано оз.Чаны как наиболее крупное и наиболее изученное озеро Западной Сибири, имеющее большое народнохозяйственное значение.

В геологическом отношении изучаемая территория Чановской депрессии находится в пределах Омской тектонической впадины. Восточная ее часть выделяется как Барабинский моноклиальный склон, на протяжении которого с востока на запад происходит погружение палеозойского фундамента, наращивание мощности и полноты разреза мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Породы фундамента, выходящие в долине Оби на поверхность, погружаются в районе оз.

Чаны на 2-2,5 км, а далее на северо-запад к Иртышу до 3,5 км.

На всей этой территории хорошо выражен верхний гидрогеологический этаж, представленный водоносными горизонтами олигоцен-четвертичного возраста и залегающий на регионально выдержанном глинистом водоупоре чеганской свиты. Этаж насчитывает 7-8 стратифицированных водоносных горизонтов. Непосредственно восточнее оз.Чаны в меридиональном направлении проходит полоса "стыка" двух зон с различными стратиграфическими схемами строения всего этажа и особенно верхней (плиоцен-четвертичной) его части. В западной части (и в районе акватории оз.Чаны) выделяются атлымский, новомихайловский, журавский, абросимовский, бещеульский, таволжанский и павлодарский напорные водоносные горизонты, а также горизонт грунтовых вод, приуроченный к нижнечетвертичным пескам чановской свиты. В восточной части некоторые горизонты иногда выпадают (новомихайловский, журавский, абросимовский), павлодарский горизонт полностью отсутствует, а первый напорный горизонт, залегающий под первым от поверхности водоупором, представлен песками нижнекочковской подсвиты (каргатской свиты по В.А.Мартынову).

Эти типы разрезов определяются В.А.Мартыновым и Г.Л.Самсоновым как разрезы западнобарабинского и восточнобарабинского типов (Самсонов, 1980). В разрезе западнобарабинского типа резко доминируют глины (70% мощности неогена - от абросимовского до павлодарского горизонта включительно), представляющие собой выдержанные, сплошные толщи без песчаных линз и включений. Глины разной окраски от почти черных и темно-серых до желто-бурых и голубовато-зеленых, плотные, вязкие, иногда сухие. Такие глины обладают максимальными водоупорными свойствами. Они вскрыты буровыми скважинами Гидрорежимной партии ИИГО в центральной части акватории оз.Чаны - на о.Гюменском и п-ве Мыс Кораблик. Озеро Чаны почти целиком находится на площади распространения разреза западнобарабинского типа, кроме крайней восточной своей части.

Пьезометрические уровни водоносных горизонтов в разрезе западнобарабинского типа распределяются следующим образом: наиболее высокие отметки имеет верхний водоносный горизонт (108,5 м), наименьшие - абросимовский горизонт (105,5 м) и средние между ними - атлым-новомихайловский горизонт (107,5 м)

- данные по посту Чистоозерное. Такое распределение напоров свидетельствует, что верхний водоносный горизонт за счет разгрузки напорных вод питания не получает.

В разрезе восточнобарабинского типа пески составляют до 60% мощности. Песчаные и глинистые горизонты образуют сложное переслаивание, не выдержаны по мощности и простираению. Все напорные водоносные горизонты имеют здесь пьезометрические уровни, превышающие уровень воды в озере, причем напоры последовательно снижаются от глубоких горизонтов к вышележащим (от III до IO6,2 м - данные по посту Квашнино, по материалам Гидрорежимной партии НПО). Таким образом, напорный градиент свидетельствует о возможной восходящей фильтрации вод глубоких горизонтов и разгрузке их в оз.Чаны.

В строении четвертичного чехла на территории бассейна оз. Чаны участвуют отложения древних погребенных ложбин стока. Их строение следует рассмотреть более подробно, так как роль таких ложбин в локализации подземного стока изучена пока недостаточно. Бассейн оз.Чаны находится в северной части распространения "веера" речных долин местного стока, расположенного на Обь-Иртышском междуречье на участке от Семипалатинска до широт Омска-Новосибирска. Эта речная система является унаследованной от системы долин, созданной в различные фазы значительно большего по сравнению с современным увлажнением климата. Древние долины, не имеющие современного стока, прослеживаются по цепочкам озер и линейным понижениям рельефа (Водопьянова, 1979).

Озеро Чаны пересекают три таких долины. Наиболее развитая из них трассируется почти на всем протяжении Обь-Иртышского междуречья по линии р.Мегарка-оз.Убинское - р.Карапуз - оз. Сартлан-Чиняихинский плес оз.Чаны - оз.Яркуль - оз.Тухлое и далее по цепочке озер сливается с системой озер Сума-Чебаклинского понижения. Эту долину можно условно назвать Сартланско-Убинской. К северу от нее прослеживается менее ясная цепочка озер Тандово-Тагано-Казанцевский плес оз.Чаны - Юдинский плес - залив Сибиряк - оз.Горькое. Южнее проходит долина, унаследованная р.Каргат. Последняя в среднем своем течении имеет Кундранское займище, представляющее собой регрессировавшую озерную котловину, далее впадает в оз.Малые Чаны. На запад эта

линия морфологически не прослеживается, но трассируется по геологическим данным. Сартланско-Убинская долина отличается от двух других геологическим возрастом: она сформировалась в позднечетвертичное время. Параллельные ей долины раннечетвертичного заложения соответствуют времени формирования чановской свиты. Эта свита аллювиального происхождения, представлена в основном песчаными отложениями мелких речных потоков, создавших на территории Чановского и Сума-Чебаклинского понижений густую сеть смыкающихся и взаимно пересекающихся ложбин по кровле неогеновых глин павлодарского горизонта. Чановская свита в настоящее время изучена слабо. Она выделяется только по скважинам, стратотип ее не установлен и не описан, возрастные аналоги в естественных обнажениях по правому берегу Иртыша не изучены. В связи с этим идентификация песков чановской свиты по керновому материалу весьма затруднительна, что ограничивает возможности выяснения роли и места ее как водоносного горизонта в общей водообменной системе. Между тем в стационарной гидрорежимной сети есть скважины, поставленные на водоносный горизонт чановской свиты.

Геоморфологические условия Чановской депрессии определяются интенсивным развитием на ее территории гривного рельефа (Николаев и др., 1979). Гривы ориентированы с северо-востока на юго-запад параллельно местной гидрографической сети. Средняя длина их составляет 2-4 км, ширина 400-800 м, высота 10-15 м. Сложная система сочетания возвышенных линейных грив и заболоченных междрильных ложбин создает чрезвычайно пеструю картину движения и химического состава дрильных вод. Гривы затрудняют также поверхностный сток в реки и тем самым косвенно усиливают инфильтрационное питание подземных вод.

В свете изложенного выше становится ясно, что, говоря о режиме подземных вод на территории Чановской депрессии, следует выделить по крайней мере три типа режима: 1) режим напорных вод; 2) режим грунтовых вод возвышенных участков (грив); 3) режим грунтовых вод пониженных участков (междрильных ложбин и приозерных террас). Кроме того, существует неизвестный пока тип режима подземных вод погребенных ложбин.

Глубина залегания грунтовых вод на изучаемой территории изменяется в среднем от 3,5 до 5 м, а годовые амплитуды колебаний - от 0,3 до 1 м. При таких глубинах, как известно, сущест-

венную роль в балансе грунтовых вод играет испарение. Поэтому не всегда оказывается возможным обоснованно выделить в расходной части долю подземного стока и испарения. На рис. I приведен обобщенный график колебаний уровня грунтовых вод Чановской депрессии.

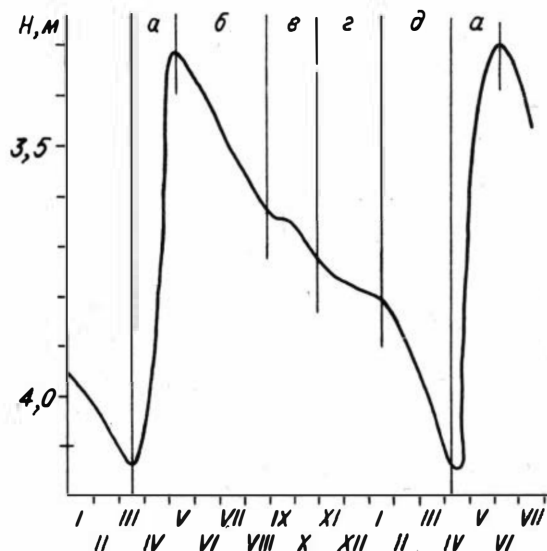


Рис. I. Обобщенный график колебаний уровня грунтовых вод на территории Чановской депрессии

Генетические отрезки: а — весенний подъем
б — летний спад, в — осенний (подъем и спад), г — зимний стоковый спад, д — зимний испарительный спад

ле апреля, а максимум — в конце мая-июне. На графике отчетливо выделяются различные генетические отрезки: период интенсивного весеннего подъема (апрель-май); период монотонного летнего спада (июнь-август); период осеннего спада, осложненного дополнительной инфильтрацией атмосферных осадков в условиях более слабого испарения (сентябрь-октябрь); период зимнего стокового спада (ноябрь-декабрь); период зимнего испарительного спада (январь-март). Выделение последних двух отрезков требует дополнительного пояснения. Спад уровня грунтовых вод в началь-

ден обобщенный график колебаний уровня грунтовых вод Чановской депрессии. Геоморфологически он более всего соответствует между- речному относительно возвышенному участку, не осложненному гривами. Согласно этому графику, годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод целиком определяется предвесенним минимумом и весенне- летним максимумом. Сроки наступления экстремальных значений могут смещаться в пределах месяца: предвесенний минимум наступает в конце марта — начале

ный период зимы, когда промерзание почвогрунтов еще невелико, происходит под влиянием подземного оттока. Затем, когда влияние слоя сезонного промерзания достигает уровня грунтовых вод, начинается интенсивное внутригрунтовое испарение (диффузия) и кристаллизация воды в зоне аэрации. Кривая спада в этот период имеет значительно более крутой уклон. Следовательно, в последующий период весеннего подъема пополнение грунтовых вод происходит не только за счет инфильтрации талых вод, но и за счет таяния дисперсного льда зоны аэрации. Такая картина внутригрунтового перераспределения влаги усложняет составление баланса и снижает точность соответствующих расчетов. Летняя кривая спада имеет также полигенетический характер, так как в этот период испарение с зеркала подземных вод, транспирация воды растительностью и подземный сток соизмеримы. Единственной отправной точкой для балансовых расчетов на основе режима подземных вод остается отрезок спада уровня в начальный зимний период. В зависимости от глубины залегания грунтовых вод он имеет различную длительность. Иногда он совсем отсутствует — при неглубоком залегании уровня, в других случаях продолжается с ноября по февраль, а в марте обязательно наступает возрастание интенсивности спада. Обобщение материалов по режиму подземных вод с этих позиций с целью последующего составления детального баланса и выделения интересующей нас его составляющей — подземного стока — является темой последующих работ.

Взаимосвязь поверхностных подземных вод в бассейне оз. Чаны можно попытаться оценить также путем выделения подземной составляющей непосредственно в водном балансе озера. Существующие в литературе данные по водному балансу и подземному стоку в озеро говорят о том, что оз. Чаны практически не имеет подземного водообмена и питание его осуществляется в основном поверхностными водами снегового происхождения. Этот вывод нельзя считать обоснованным прежде всего потому, что подземный приток определялся как невязка водного баланса. Нельзя не обратить внимание на то обстоятельство, что существует принципиальное различие между сравнительно невысокой точностью и большими расхождениями между данными разных исследователей в определении отдельных составляющих баланса с одной стороны, и высокой (а иногда и полной) сходимостью итогового баланса у тех же авто-

ров - с другой. Составление водного баланса оз.Чаны в разные годы проводили С.Ю.Белинков (1953), З.А.Викулина (1973), А.А.Баева и Т.В.Бережных (1976), В.В.Тархов и И.Н.Тошакова (1980), Н.П.Смирнова и др. (1982) и некоторые другие. Наибольшее расхождение в их определениях имеют расчеты поверхностного притока (22-68%), меньшее - данные по испарению (5-28%) и наиболее точны определения атмосферных осадков (расхождение 2-8%). Величина же невязок баланса, относимая на долю подземного водообмена, изменяется от 0 (Тархов, Тошакова, 1980) до 7-8% от приходной части баланса (Смирнова и др., 1982). Причины таких расхождений разные. Речной приток определяется по расчетам модуля стока на постах Здвинск (р. Картат) и Ярки (р.Чулым), которые значительно удалены от устья. Большие ошибки здесь неизбежны, особенно если учесть хозяйственную деятельность человека (устройство прудов и водоотведение, снегозадержание на полях), которая, следует заметить, всегда направлена только в сторону увеличения дефицита водного баланса. Неоднозначность в определениях испарения целиком обусловлена различиями в методических подходах к расчетам.

В работе Н.П.Смирновой и др. (1982) приводятся 4 среднеемноголетних водных баланса оз.Чаны за период 1971-1978 гг., построенных по разным методикам: 1) с приведением атмосферных осадков на площадь озера и без приведения и 2) с учетом транспирации высшей водной растительности и без учета. Величины невязок баланса получены соответственно разные: +66 мм, +21 мм, +11 мм, -34 мм (разброс значений 100 мм). Если предположить наличие подземного притока, то с ним согласуется только последняя величина -34 мм. Этот баланс является самым совершенным, так как составлен с приведением осадков на площадь озера и с учетом транспирации высшей водной растительности.

Однако возможности определения подземного водообмена методом водного баланса далеко не исчерпаны. Пока для целей выявления и оценки грунтового питания этот метод остается единственным, позволяющим получить удовлетворительные результаты. О применимости методов прямых расчетов подземного питания по данным уровнянного режима грунтовых вод было сказано выше. Для реализации метода детального водного баланса необходимо провести определенный комплекс натурных исследований и последую-

щих расчетов. Прежде всего нужны непосредственные сезонные измерения расходов воды в устье р. Чулым, а также на протоках, соединяющих отдельные плесы (Мал. Чаны, Бол. Чаны и Яркуль). Особенно перспективны такие наблюдения в зимний (ледоставный) период, когда уравнение водного баланса имеет упрощенный вид, отсутствуют стогно-нагонные явления, а измерения уровня воды наиболее точны.

Различия зимнего уровенного режима Яркуля и Бол. Чанов наглядно видны по многолетним данным. На рис. 2 показаны приращения уровней за ледоставный период (ноябрь-март) по постам Квашино (Бол. Чаны) и Яркуль. Повышение уровня в оз. Бол. Чаны на 7-9 см объясняется главным образом давлением выпавшего снега на лед. На этой основе можно построить зимний водный баланс озера. Зимние осадки на акватории оз. Чаны составляют 20-25% годовых осадков или 75-93 мм от неприведенной суммы осадков и 66-82 мм - от приведенной на площадь озера (Смирнова и др., 1982). Испарение за тот же период оценивается величиной 17 мм (Черная, 1980). Средневзвешенное зимних приращений уровня по посту Квашино за 1968-1977 гг. составляет 83 мм. При таких исходных данных невязка зимнего баланса зависит от оценки величины осадков и заключается в пределах от -7 до -34 мм. Если принять за основу осадки, приведенные на площадь озера, то невязка баланса составит в среднем -25 мм. Очевидно, эту величину надо отнести на счет подземного притока. Речной приток в ледоставные месяцы чрезвычайно мал. В январе-марте он вообще отсутствует, так как реки перемерзают, а в ноябре-декабре расходы воды в разные годы колеблются в пределах от 0,2 до 4 м³/с, что в среднем дает прирост уровня на всем водоеме 4 мм за два месяца. Однако в этом аспекте становится необъяснимым отсутствие зимних приращений уровня на Яркуле. Очевидно, что протоки, соединяющие Яркуль с Бол. Чанами, в зимнее время перемерзают. Но на поверхность озера в равной мере выпадают твердые осадки. Остается предположить, что данное явление есть еще один довод в пользу существования подземного оттока из Яркуля по погребенной ложбине стока. Полученная оценочная величина притока подземных вод в Чаны 25 мм за зимний период - заставляет предполагать, что годовой приток должен быть значительно (в 3-4 раза) больше, однако это требует, конечно, дальнейшего уточнения.

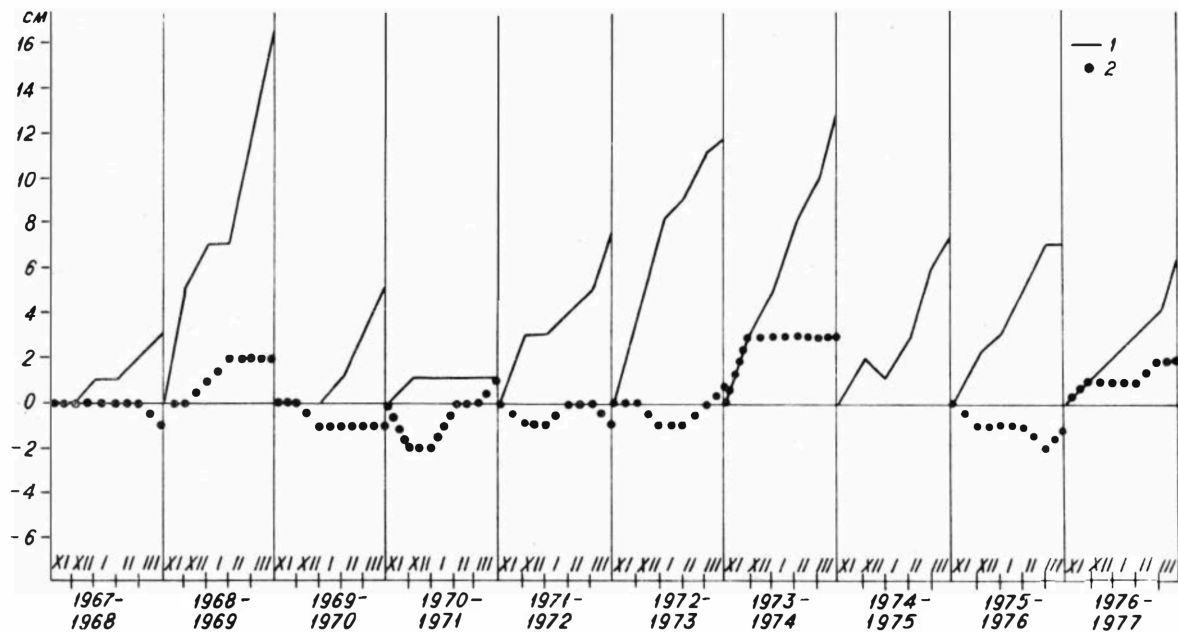


Рис.2. Ход приращения уровней в ледоставный период (ноябрь-март)
 I - оз. Бол.Чаны - п.Квашино; 2 - оз.Яркуль (зимой 1974-1975 гг. репер на Яркуле был поврежден)

Литература

Баева А.А., Бережных Т.В. Водный баланс оз.Чаны и многолетняя изменчивость его составляющих. - Тр. ЗСРНИГМИ, 1976, вып.22, с.38-43.

Белинков С.Ю. Особенности водного режима озер Барабинской низменности. - Тр. ГГИ, 1953, вып.38, с.168-174.

Викулина З.А. Водный баланс озер и водохранилищ ~~Земного~~ шара. - Тр. ГГИ, 1973, вып.203, с.248-262.

Водопьянова С.Г. Озера и палеодолины южных равнин Запад - ной Сибири. - В кн.: История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Западная Сибирь и Средняя Азия.Новосибирск: Наука, 1979, с.163-166.

Николаев В.А., Пилькевич И.В., Пучкова Д.В. Природа гривного рельефа южных равнин Западной Сибири. - Там же, с.166-178

Самсонов Г.Л. Оценка сложности мелиоративно-гидрогеологических условий южной части Западной Сибири в пределах Омской и Новосибирской областей. - В кн.: Влияние перераспределения стока на природные условия Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с.70-76.

Смирнова Н.П., Шнитников А.В., Катанская В.М. и др. Пульсирующее озеро Чаны. Л.: Наука, 1982.

Тархов Е.В., Тоцакова И.Н. Водный баланс оз.Чаны. - Тр. ЗСРНИГМИ, 1980, вып.43, с.13-19.

Черная Т.М. Подземный сток на территории озерных водосборов степной и лесостепной частей Западно-Сибирского артезианского бассейна. - В кн.: Влияние перераспределения стока на природные условия Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с.70-76.

Г.И.Азъмука

К ВОПРОСУ О ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РЕСУРСОВ ТЕПЛА И ВЛАГИ В ТАЕЖНОМ ПРИОБЬЕ

Разработанная партией и правительством программа дальнейшего развития народного хозяйства страны предполагает осуществление целого комплекса крупных мероприятий. Успех и реализация многих из них зависит от правильного учета климатических условий.

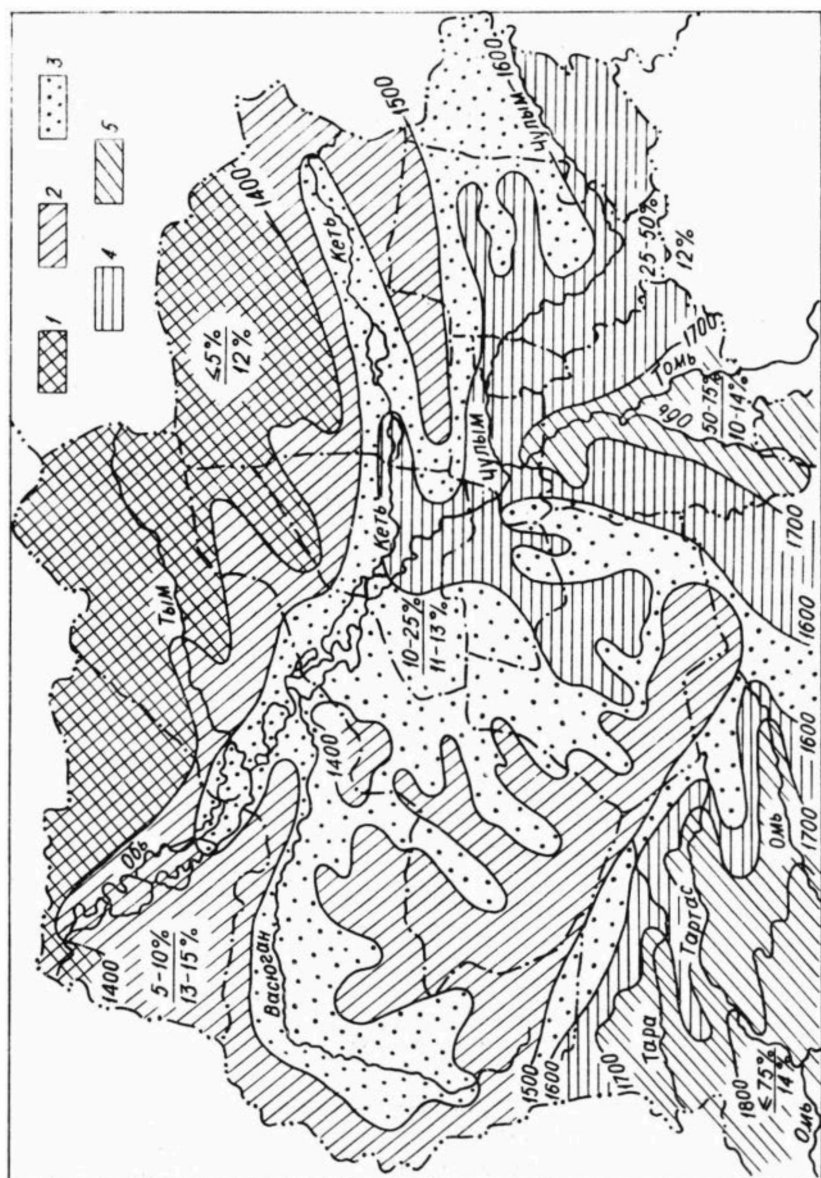


Рис.1. Теплоресурсы аэроклимата среднетаежного Приобья

1-5 - продолжительность периода с суммами температур более 10°C : 1 - до 95 дней, 2 - 95-100, 3 - 100-105, 4 - 105-110, 5 - более 110 дней. Цифры 1400, 1500 и т.д. - сумма температур воздуха $\geq 10^{\circ}\text{C}$, дробь: в числителе - обеспеченность 1700° суммы температур более 10°C , в знаменателе - изменчивость суммы температур выше 10°C

В частности, в целях решения проблем при перераспределении водных ресурсов Сибири, а также для прогнозирования его последствий необходимо обратить внимание на исследование временной изменчивости ресурсов тепла и увлажнения в Срединном регионе. В данной работе рассмотрены временные вариации тепла и влаги в таежном Приобье в пределах Томской и севера Новосибирской областей.

Термические ресурсы различных территорий можно характеризовать по нескольким показателям. Мы используем сумму температур выше 10°C ($\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$), так как, с одной стороны, она более емко отражает генетические стороны общеклиматических процессов, с другой - является ресурсным показателем для целей оценки теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и комплексной оценки периода интенсивных биохимических процессов в почве. Потенциальные тепловые ресурсы аэроклимата среднетаежного Приобья и географические закономерности их пространственного распределения представлены на карте (рис. 1). Пространственное размещение $\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$ дает частичное представление о ресурсах тепла территории. Исследование межгодовой изменчивости этого показателя в значительной степени способствует более детальному изучению ресурсов тепла для тех или иных целей.

Закономерности временной - погодичной - изменчивости ресурсов тепла рассмотрены через $\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$ по 8 метеостанциям территории, репрезентативно отражающим зональные условия: для подтайги - по Кыштовке (1937-1980 гг.) и Томску (1875-1980), для южной тайги - по Бакчару (1935-1980), Старице (1930-1980), Васюгану (1927-1980), Колпашево (1926-1980); для средней тайги - по Напасу (1933-1980) и Александровскому (1932-1980 гг.).

Многолетняя изменчивость $\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$, выделение теплых и холодных периодов проведено по скользящим 5- и 10-летним средним, а также через среднеквад-

ратические изменения (Дмитриев, Клименко, 1969). На рис.2 приве-

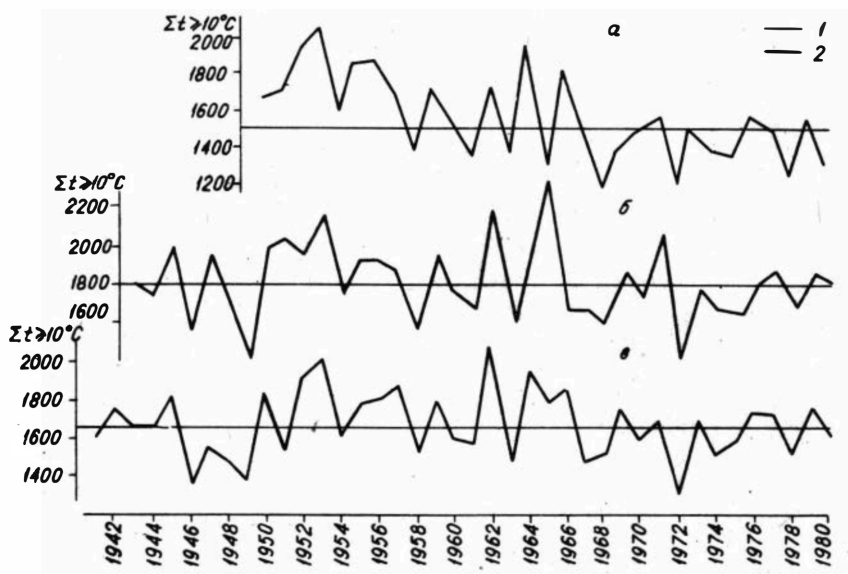


Рис.2. Динамика сумм температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ в течение 1940–1980 гг. по наблюдениям метеостанций.

а – Александровское, б – Копашево, в – Томск; 1 – среднегого-
летняя $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$, 2 – погодичная $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$

ден ход $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ за отдельные годы. В связи с широтной зональностью и микроклиматической изменчивостью абсолютная межгодовая амплитуда варьирует по территории от 600°C до 1000°C . Межгодовую изменчивость в 600°C обуславливают макропроцессы. В результате трансформации воздушных масс межгодовая изменчивость $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ возрастает до 1000° и более, как, например, в районе Среднего Васюгана. Для рассматриваемой территории характерны более высокие по абсолютной величине положительные отклонения от среднегого-летней в сравнении с отрицательными. Коэффициент C , среднеквадратическое отклонение σ , суммы температур более 10°C и продолжительности периода с $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ имеют однотипное распределение. Коэффициент вариации, рассчитанный как за 24 года (1951–1974), так и за более длительный период (40–50 лет), отличается для некоторых метеостанций не более чем на 1–2% (табл. I).

Таблица I

Характеристика межгодовой изменчивости $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$
за период 1951-1974 гг.

Станция	Межгодовая амплитуда	Среднеквадратическое отклонение (б)	Коэффициент изменчивости (с)	
			1951-1974 гг.	1937-1980 гг.
Напас	689	188	12	12
Александровское	882	241	15	15
Бакчар	802	189	8	9
Нудино	995	220	13	
Парабель	938	221	13	
Старица	601	195	11	9
Кодлашево	843		12	
Сред. Васюган	1157	232	13	12
Молчаново	872	210	11	
Томск	672			11
Кожениково	972	258	14	
Кыштовка	852			10

Однородные длинные ряды метеонаблюдений позволили проследить закономерности временной изменчивости за 40 лет (1940-1980 гг.), выделить аномально холодные и теплые годы по $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$, характерные для всего региона и отдельных его территорий. Так, типичное для всей тайги Приобья похолодание в вегетационном периоде 1972 г. было самым интенсивным после 1912 г. в этом столетии. Понижение $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ составило 300°C по сравнению со средней многолетней. Это обусловило смещение на юг климатических границ северных подзон, в результате чего теплоресурсы вегетационного периода этого года в подтайге соответствовали условиям средней тайги.

Похолодание 1963 г., начавшееся с юга (с подтайги), продвигалось к северным подзонам, вызвав сдвиг в наступлении минимальных $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ в средней тайге на 1-2 года, т.е. в 1965 г. при максимальном понижении теплоресурсов в подтайге до 500°C . Чаще всего снижение теплоресурсов вегетационного периода начинается, как правило, с севера и захватывает все подзоны территории либо сред-

не- и южнотаяжную без узкой переходной подтайги, как например в 1967, 1968 и 1978 гг.

Асинхронность роста $\sum t \geq 10^0\text{C}$ по подзонам, так же как и спада, составляет 1-2 года. Потепление 1962 г. началось с подтайги и захватило частично южную тайгу, в средней и в северной части южной тайги потепление было отмечено только в 1964 г. Потепление начала 50-х годов также шло с юга и в течение четырех лет продвигалось к северу с засушливыми 1950-1953 гг., с пиком максимума $\sum t \geq 10^0\text{C}$ в 1952 г. в подтайге; с засушливыми 1951-1953 гг. с максимумом в 1953 г. в южной тайге и с засушливыми 1952-1956 гг. с пиком потепления в 1955-1956 гг. в средней тайге Приобья.

Подобная зональная асинхронность роста и спада ресурсов тепла была нами отмечена ранее для юго-востока Западной Сибири (Азыхука, Воронина, 1980) от степи к лесостепи и далее к подтайге. Это несоответствие наблюдается при определенных барико-циркуляционных условиях. При этом можно отметить следующие особенности: рост $\sum t \geq 10^0\text{C}$ в таежной зоне при их падении в степной и лесостепной в годы, следующие за засушливыми (1947, 1953, 1966, 1967), либо падение $\sum t \geq 10^0\text{C}$ в таежной зоне при росте в степной и лесостепной, отмечающееся в разгар засухи или в период общего подъема температуры воздуха.

Причины этих явлений (интенсивных похолоданий и потеплений), очевидно, связаны с одновременным проявлением нескольких периодических ритмов в барико-циркуляционных условиях макромасштабных процессов, в результате которых над территорией Срединного региона, по исследованиям В.Н.Адаменко (1980), преобладание засушливых лет связано с воздействием западной периферии антициклонов (аз), стационарирующих в южной части Срединного региона или на юге Европейской территории СССР. Понижение ресурсов тепла региона определяется влиянием воздушных масс, перемещающихся в тылах циклонов (за), стационарирующих на востоке Таймырского полуострова.

За 105 лет (1875-1980) аномально малые суммы температур выше 10^0C в подтайге были отмечены в 1912 г. (1256^0C), в 1890 г. (1304^0C) и в 1972 г. (1360^0C). В 1949, 1903, 1927, 1885 гг. ресурсы тепла вегетационного периода составили $1400-1500^0\text{C}$. Резкие снижения $\sum t \geq 10^0\text{C}$ повторялись через 22-23 года и через 15-16 лет, менее резкие - через 8-9; 5 и 3 года (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность периодов с $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$, осредненных по скользящим средним за 5 и 10 лет в отклонении от средней за 100 лет (ст. Томск)

5-летние средние			10-летние средние		
Периоды отклонений	Продолжительность	Знак	Периоды отклонений	Продолжительность	Знак
1882-1894	13	-	1884-1899	16	-
1895-1904	10	+	1890-1904	5	+
1905-1907	3	-	1905-1907	3	-
1908	1	+	1910-1921	12	-
1912-1916	5	-	1922-1926	5	+
1917-1919	3	+	1927-1946	20	-
1923-1926	5	+	1947-1950	4	+
1927-1942	16	-	1951-1952	2	-
1945-1969	24	+	1953-1974	22	+
1975-1978	5	-	1975-1978	5	-

Аналогично, аномально теплые годы были отмечены в 1965 г. с $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$, в 1962 и 1953 гг. соответственно с $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ в 2198° и 2152°C , в 1888, 1900, 1951, 1950 и 1971 гг. ресурсы тепла составили $2000-2100^{\circ}\text{C}$.

Резкие потепления относятся практически ко второй половине нового столетия, когда они повторялись периодически через 2; 4; 8 и 10 лет (см. табл. 2). Волновые изменения $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ по скользящим 10- и 5-летним средним в отклонении от средней (1723°C) по ст. Томск отмечались с различной последовательностью (рис. 3). Это были периоды длительностью то в 3-5 лет, то в 10-15 лет, то в 20-24 года. Рассмотренные волновые колебания не дают четко выраженных, однородных по длительности и амплитуде периодов по сравнению с суммой осадков за теплый период, как будет показано далее. Однако в целом по региону за 50 лет согласно рис. 3 можно выделить 2 периода: 1) 1945-1960 гг. (длительность 16 лет) и 2) 1961-1980 гг. (длительность 20 лет).

Используя принятый в климатологии принцип выделения холодных, теплых и нормальных лет, мы определили повторяемость ха-

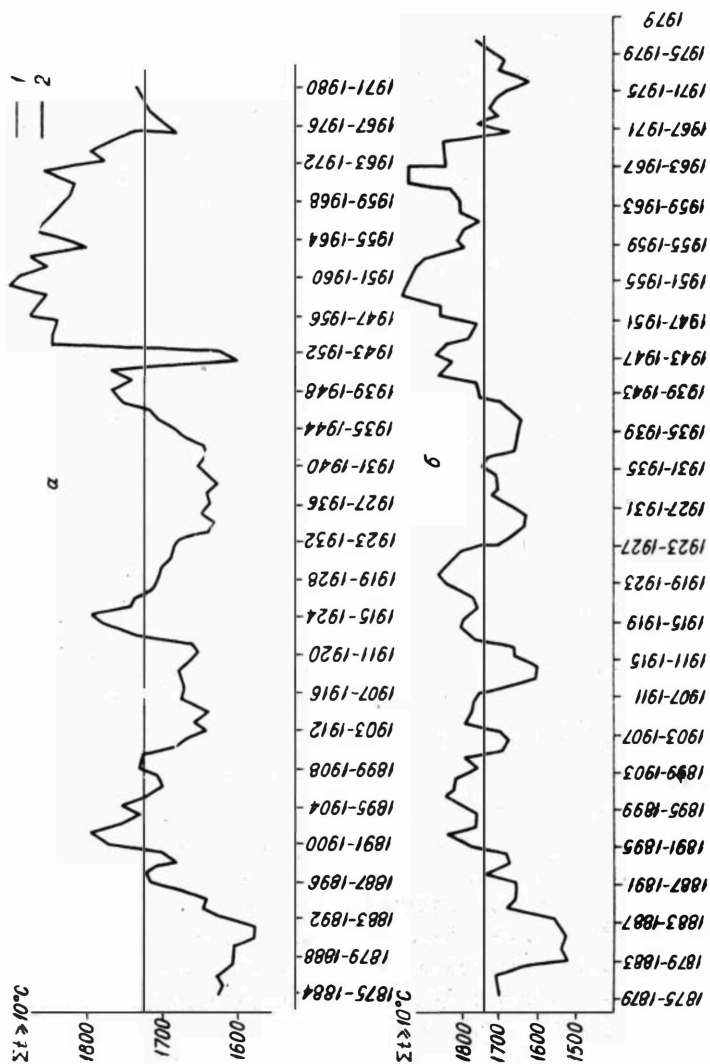


Рис.3. Скользящие по десятилетиям (а) и пятилетиям (б) суммы температур выше 10°C за 1875-1980 гг. по ст. Томск
 1 - среднее по десятилетиям $\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$; 2 - среднее по 5-летиям $\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$

рактера аномалий лет в полувекovém периоде. При этом иногда обнаруживается пространственная и временная неоднородность в преобладании различных классов аномалий. Повсеместно пятидесятые годы (1951–1960) этого столетия были теплыми (6–7 лет из 10 имели положительные отклонения), семидесятые (1971 – 1980) были близки к норме. Десятилетия 30–х, 40–х и 60–х годов в средней тайге можно отнести к холодным, на остальной территории региона, особенно в южной тайге, в эти десятилетия в равной степени преобладали нормальные и холодные годы. В целом за полвека в северной и южной части региона максимум повторяемости составили холодные годы (43–51%), в центральной части 40–44% лет были нормальными (табл. 3).

Таблица 3

Повторяемость классов аномалий ресурсов тепла, %*

Метеостанция	В целом за период			В том числе по десятилетиям														
				1931–1940			1941–1950			1951–1960			1961–1970			1971–1980		
	Х	Т	Н	Х	Т	Н	Х	Т	Н	Х	Т	Н	Х	Т	Н	Х	Т	Н
Александровское	51	24	24	78	0	22	60	20	20	10	70	20	60	30	10	50	0	50
Васюган	32	28	40	60	10	30	40	30	30	0	60	40	20	40	40	30	0	60
Колпашево	33	23	44	50	0	50	30	30	40	50	10	40	40	30	30	0	40	60
Старца	18	26	56	50	10	40	30	30	40	0	60	40	0	20	80	10	10	80
Бакчар	35	24	41				60	20	20	0	60	40	30	20	50	30	10	60
Томск	43	27	30				50	30	10	10	60	30	60	30	10	40	10	50

* Х – холодные; Т – теплые; Н – нормальные.

Таким образом, в таежном Приобье всплески тепла и холода в вегетационном периоде создают значительную временную контрастность в ресурсах тепла.

При рассмотрении проблем водных ресурсов территории атмосферным осадкам придается особое значение. Выпадение атмосферных осадков в таежном Приобье, как и везде в Западной Сибири, подчинено зональности. Дифференция атмосферного увлажнения по зонам проявляется как в годовой норме осадков, так и в последующем его распределении внутри года (табл.4). От зоны к зоне сумма осадков за теплый период ($\sum X_{Iy-x}$) возрастает на 50 мм. Внутризональное пространственное изменение $\sum X$ в вегетационном периоде (май–август) наибольшее в подтайге (50 мм) и поч-

Увлажнение Среднего Приобья за многолетний период (1950-1980 гг.)

Таблица 4

Показатели	Средняя тайга					Дняя тайга						Подтайга								
	Александровское	Напас	Катильга	Сред. Васюган	Березовка	Маяк	Каргасок	Старца	Колпацкое	Бакчар	Пудин	Молчаново	Тегульд	Томск	Кожениково	Батурино	Пихтовка	Кыштовка	Северное	
Сумма осадков:																				
за теплый период (апрель-октябрь)	402	444	420	416	415	378	358	376	394	344	319	345	358	366	294	377	345	324	322	
За вегетационный период (май-август)	282	287	287	289	282	268	252	271	281	242	264	239	238	242	200	252	242	234	229	
Осадки за май:																				
максимальные	63	92	61	69	113	115	77	120	100	108	114	71	87	90	64	76	76	73	115	
минимальные	11	21	18	8	15	13	13	16	25	12	11	9	11	19	16	10	12	8	6	
Осадки за теплый период:																				
максимальные	470	610	556	576		509	444	534		470	477	427	485	440	419	552	460	440	496	
минимальные	218	274	217	286		259	195	268		236	242	188	261	300	171	241	195	178	197	
Изменчивость осадков:																				
май	0,38							0,57						0,34						
июнь	0,49							0,55						0,39						
июль	0,37							0,47						0,52						
август	0,49							0,40						0,63						
Среднемноголетний дефицит:																				
за апрель-октябрь	3,9		4,2	4,4		4,3	4,2	4,4	4,3	4,9	4,5	4,6	4,5	4,4	5,0	4,4				
за май-август	5,4		5,5	5,8		5,7	5,7	5,9	5,8	6,5	6,1	6,2	6,1	6,1	6,7	5,8				
Сумма дефицитов:																				
за апрель-октябрь	27,2		29,1	30,6		29,9	30,1	30,6	29,8	34,3	31,8	32,3	31,8	32,5	35,2	31,0				
за май-август	21,4		22,0	23,2		22,6	22,7	23,4	23,3	26,1	24,4	24,6	24,5	24,3	26,9	23,3				

ти отсутствует в средней тайге (≤ 10 мм).

Различия между максимальными и минимальными значениями осадков за теплый период довольно близки к различиям вегетационного периода. Наибольший размах колебаний обнаруживается для сумм осадков в мае по южной тайге (см. табл.4).

Летом в связи с большим влагосодержанием атмосферы преобладают дожди ливневого характера. В осенне-зимний период наблюдаются преимущественно длительные осадки обложного типа. Продолжительность отдельных дождей колеблется в пределах от нескольких минут до суток, а с небольшими перерывами осадки выпадают в течение нескольких суток.

Максимум осадков выражен в июне, июле, августе. В отдельные годы как минимум, так и максимум может быть сдвинут на другие месяцы. В Томске, например, за 73 года годовой максимум приходился на июнь (16% лет), июль (4), август (25), сентябрь (8), май (9) и апрель (1% лет). В отдельные годы месячные суммы осадков могут сильно отклоняться от среднего значения. В 1963 г. в Томске в августе выпало 206% месячной многолетней нормы, а в 1964 г. только 21%. Изменчивость месячных сумм осадков по годам довольно высокая, особенно в теплый период ($C=35-60\%$). Отклонения по экстремальным значениям $\sum X_{iy-x}$ дают по территории однородные колебания, составляя 250-280 мм. Коэффициент вариации $\sum X_{y-y_{ш}}$ на юге составляет 30-60%, в центральной части - 40-55 и на севере - 35-55%. Разница в изменчивости осадков по месяцам заметнее. В средней тайге наибольшая изменчивость характерна для июня ($C=49\%$), в южной - для мая и июня ($C=55-57\%$), в подтайге наибольший коэффициент вариации в конце лета - в июле и августе ($C=52-63\%$). Абсолютные значения квадратического отклонения также не постоянны: 16-26 мм в мае, 28-44 мм в июне, 24-34 мм в июле и 38-42 мм в августе.

Анализ погодичной изменчивости атмосферного увлажнения выполнен на примере суммы осадков за теплый период в связи с тем, что осадки этого периода составляют основную долю атмосферного и почвенного увлажнения. За норму осадков, т.е. величину, по отношению к которой устанавливаются колебания, взята среднемноголетняя сумма осадков за теплый период с 1875 по 1980 гг. на ст. Томск при анализе вековых колебаний и с 1936 по 1980 гг. по ст. Александровское, Колпашево, Ср.Васюган, Стари-

ца, Бакчар, Томск, Кыштовка при рассмотрении полувековых колебаний. Для оценки временной структуры атмосферного увлажнения, так же как по $\Sigma t \geq 10^{\circ}\text{C}$ использовались отношения $\frac{\Delta X}{\delta}$ и метод скользящих осредненных и интегральных кривых. Интеграл скользящих осреднений по Томску составил 5 и 10 лет, по другим станциям - 5 лет (рис. 4 и 5).

Наибольшая средняя пятилетняя сумма осадков по территории отмечалась в 1945-1946 гг. и в 1972-1973 гг., кое-где в 1975-1976 гг.; наименьшая - почти повсеместно приходилась на 1955-1956 гг. и на 1966-1967 гг. Минимальное количество осадков по пятилетним средним в подтайге в экстремальных точках волны составляло 280-300 мм, максимальное - 400-450 мм при вековой амплитуде в 150 мм. В аномально влажные годы условия увлажнения подтайги соответствовали среднетаяжным. Нужно отметить, что последовательные пятилетние средние не совсем точно улавливают фактические годы абсолютных минимумов и максимумов в периоде

Так, с 1940 по 1959 г. минимальная сумма осадков, осредненных за 5-летие, приходилась на 1955 г., составляя 320 мм, а годовичная - на 1951 г. (292 мм) и на 1955 г. (287 мм), аналогично по максимуму: по пятилетним средним максимум суммы осадков отмечался в 1942 и 1949 гг. соответственно в 430 и 440 мм, по погодиным же данным максимум был в 1941, 1947, 1949 гг. с максимальной суммой в 505 мм в первые два года и в 468 мм в последний. Как видим, абсолютная амплитуда при осреднении уменьшается почти в два раза. Скользящие средние не характеризуют фактический размах колебаний, но позволяют установить естественные границы и продолжительность периодов с повышенным или пониженным по отношению к норме количеством осадков.

Статистическая структура периодов по повторяемости сухих, влажных и нормальных пятилетий в подтайге показала, что весь период делится на неравные по численности классы при почти равном количестве нормальных пятилетий. Разделение на сухие, влажные, нормальные годы выполнено согласно отклонениям от δ , считая годы с отклонениями суммы осадков от нормы $\Delta X < \pm 0,5 \delta$ нормальными, с отклонениями от $-0,6 \delta$ до $-1,5 \delta$ - относительно сухими, от $-1,6 \delta$ до $-2,0 \delta$ - сухими, от $-2,1 \delta$ до $-3,0 \delta$ - очень сухими и при $\Delta X > -3,0 \delta$ - исключительно сухими, аналогично для влажных лет со сменой знака отклонения

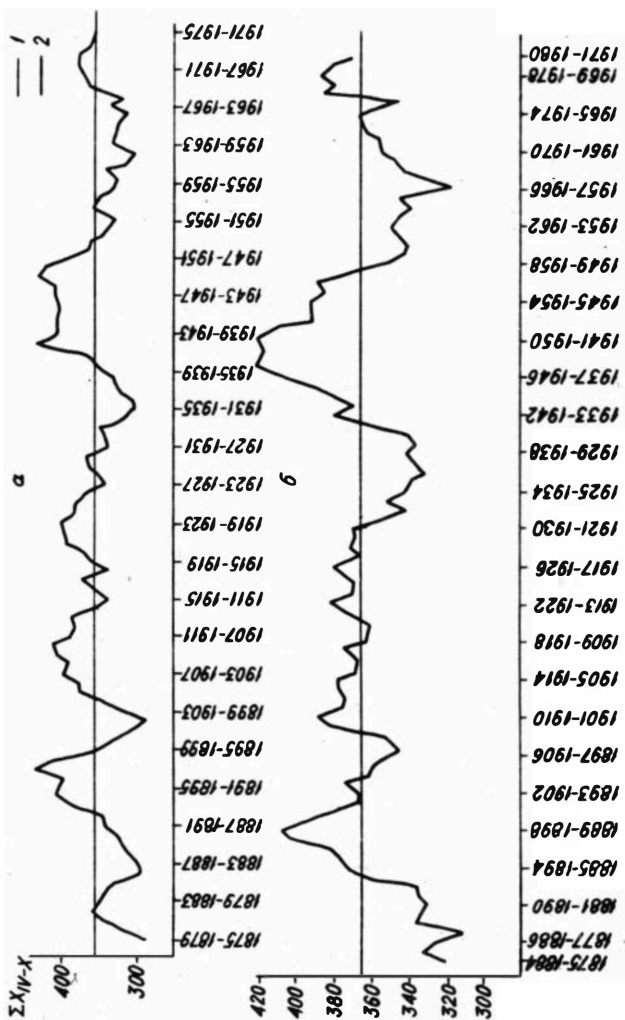


Рис. 4. Скользящие по пятилетиям (а) и десятилетиям (б) суммы осадков за тепловой период (ΣX_{IV-X})

1 — среднелетовые ΣX_{IV-X} ; 2 — осредненные по 10- и 5-летиям ΣX_{IV-X}

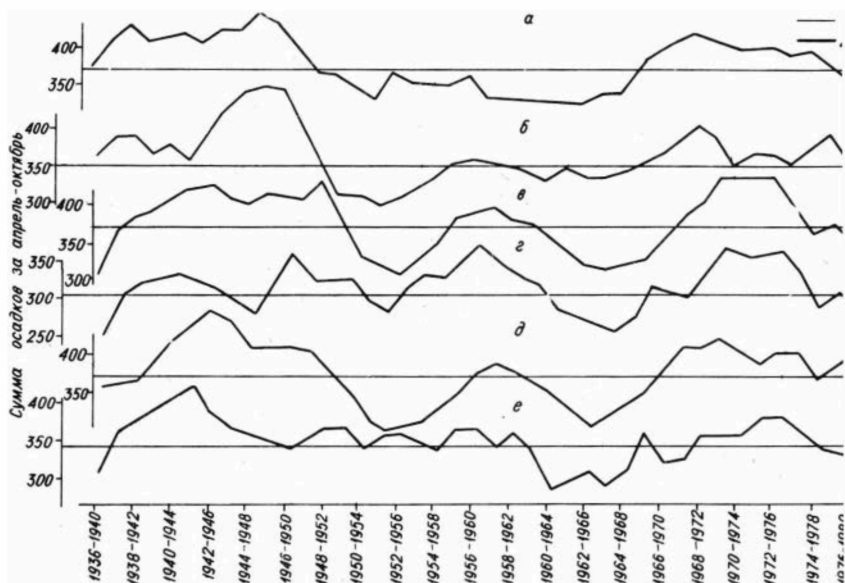


Рис.5. Скользящие по пятилетиям суммы осадков за теплый период с 1936 по 1980 г. по метеостанциям таежного Приобья:
а - Томск, б - Бакчар, в - Старица, г - Средний Васюган, д - Колпашево, е - Александровское, 1 - среднемноголетние ΣX_{Iy-X} ;
2 - осредненные по 5-летиям ΣX_{Iy-X}

на +. Согласно данным табл.5 в периоде с 1940 по 1959 г. преобладали исключительно влажные и очень влажные пятилетия. По закону синусоидального колебания скользящие 10-летние средние X_{Iy-X} по Томску обнаруживают 3 полных долгопериодных цикла с различной продолжительностью периода и амплитудой волны: с 1902 по 1918 г. длительностью 17 лет при амплитуде колебаний в 55 мм, с 1919 по 1940 г. длительностью 23 года и амплитуде также в 55 мм и с 1942 по 1974 г. длительностью 23 года при амплитуде в 115 мм (см. рис.4). Величина интервала скользящего осреднения в 10 лет отсекает колебания, определяемые сочетанием крупномасштабных и региональных климатообразующих про-

Повторяемость сухих, влажных и нормальных лет, %

Характеристика лет в отклонении от 6	Александровское			Старца			Томск					
	1936-1980	1940-1961	1962-1980	1936-1980	1940-1960	1961-1979	1881-1980	1881-1899	1900-1919	1920-1939	1940-1959	1960-1979
Относительно сухие	11	18	5	15	10	20	18	11	15	25	20	20
Сухие	10	9	5	12	10	10	7	16	-	10	10	-
Очень сухие	6	5	11	4	5	5	10	16	-	10	10	10
Исключительно сухие	9	-	11	4	-	-	5	16	-	5	-	5
Нормальные	24	23	21	22	15	35	19	10	15	15	20	45
Относительно влажные	15	18	11	16	20	15	17	5	40	10	-	5
Влажные	11	9	21	9	15	-	5	-	5	5	5	5
Очень влажные	13	14	15	16	25	10	11	15	25	10	10	10
Исключительно влажные	2	4	-	2	-	5	8	11	-	10	25	-

цессов в регионе. Региональные особенности в цикличности выпадения осадков лучше всего прослеживаются по величине пятилетнего интервала скользящих средних. В таежном Приобье существует периодичность длительностью в 20 лет $\pm 1-2$ года с полупериодом положительных и отрицательных отклонений от среднегого-летних осадков в 9-11 лет (см. рис.4 и 5).

Характерной чертой волновых колебаний $\sum X_{1y-x}$ является периодичность в последовательности начала положительных и отрицательных полупериодов. Так, циклы колебаний 1881-1899 и 1900-1919 гг. начинались с отрицательных аномалий к положительным, а циклы 1920-1939 и 1940-1959 гг. - с положительных отклонений, т.е. шли от максимума к минимуму, затем цикл 1960-1979 гг. снова начинался с пониженных сумм осадков, т.е. согласно рис. 5 отмечается следующая последовательность в ходе ритмичности колебаний:

От минимума к максимуму ... 1881-1899 гг.

От минимума к максимуму ... 1900-1919 гг.

От максимума к минимуму ... 1920-1939 гг.

От максимума к минимуму ... 1940-1959 гг.

От минимума к максимуму ... 1960-1979 гг.

От минимума к максимуму ... 1980-1999 гг.

и т.д.

На верность установления естественных границ продолжитель-

ности данных циклов указывает то, что различия в среднемного-летних осадках, полученных по ним и в целом за многолетний период, практически не выходят за предел ошибки измерений осадков, составляя 1-3% (табл. 6). Если взять отношения наибольшей суммы осадков к наименьшей, внутри каждого периода, то получим следующие величины по региону:

Колпашево	2,0-1,7
Старица	2,0-1,4
Бакчар	2,5-1,8
Васюган	1,8-1,9
Александровское	2,2-1,9
Томск	1,4-2,0

Это означает, что внутри каждого выделенного нами периода амплитуда суммы осадков изменяется по всему региону синхронно. Амплитуда колебаний осадков по циклам не всегда однозначна и может различаться от 10 до 100 мм. При росте или уменьшении осадков в полном цикле существует как бы рябь на общем фоне волны, определяющая короткопериодные колебания локального характера. Частота повторений этих колебаний различна в каждом конкретном длиннопериодном (20-летнем) цикле. Микроклиматические особенности в сочетании с региональными могут удлинять или уменьшать продолжительность цикла длительных колебаний, как, например, в Кыштовке, а также усиливать или ослаблять экстремальные значения. Данные табл. 7 и рис. 5 позволяют сделать выводы, что годы с минимальными ΣX наступают чаще всего через 12 лет на 13-й, реже через 13 на 14-й, а годы с относительно пониженной ΣX_{12-13} - через 6-7 лет, затем через 3 года на четвертый. Наложение частот этих колебаний создает наступление двух минимумов подряд или через год, а также сужение или расширение продолжительности периодов между двумя соседними минимумами. Годы с максимальными ΣX , как правило, наступают через 10 лет, реже через 9 и 11 лет после года с минимальными ΣX . Между абсолютными максимумами двух соседних периодов проходило 24 года (Старица и Александровское) и 21-24 года (Томск).

Таким образом, в целом по территории таежного Приобья в выпадении осадков существует ритмичность коротко- и долгопериодного характера с периодически в 9-11 лет повторяющимися поло-

Таблица 6

Осадки теплого периода, осредненные по циклам и за период наблюдений

Метеостанции	Периоды	Продолжительность, лет	Средняя сумма осадков за апрель-октябрь, мм		Отклонение $\Sigma X_{\text{г}} - \bar{X}$ по циклам от сред-немноголетней за период	
			по циклам	за период	мм	%
Томск	1881-1899	19	361		5	1,4
	1900-1919	20	372		-6	1,6
	1920-1939	20	352	366	14	3,8
	1940-1959	20	382		-12	3,3
	1960-1979	20	363		3	0,8
Кыштовка	1944-1956	13	343		-16	4,9
	1957-1970	14	323	327	4	1,2
	1971-1980	10	314		13	3,9
Колпашево	1940-1960	21	379	372	5	1,3
	1961-1979	19	364		8	2,2
Старица	1941-1960	20	383		-6	1,6
	1961-1979	19	370	377	7	1,9
Бакчар	1940-1960	21	365		-7	2,0
	1961-1980	20	351	358	7	2,0
Сред. Васьган	1941-1962	22	417		-4	0,9
	1963-1979	17	408	413	5	1,2
Александровское	1941-1961	21	417		-19	4,8
	1962-1980	19	378	398	20	5,0

жительными и отрицательными полупериодами. С 1980-1981 гг., согласно полученным закономерностям, начинается новый 20-летний период, где с 1980 по 1990 г. должен быть полупериод пониженных осадков с абсолютным минимумом в 1983 г. и полупериод положительных (повышенных) ΣX в 1990-2000 гг. с возможным максимумом в 1990 и 1992 гг. Период 1980-2000 гг. будет характеризоваться пониженными суммами осадков в начале цикла и повышенными - в середине.

Таблица 7

Периоды и пределы повышенных (max) и пониженных (min) сумм осадков
за теплый период

ГМС	Период	Годы и пределы осадков				Продолжительность (П) между годами с экстремальными ΣX и амплитуда (А)							
		минимума		максимума		min-max		max-min		min-max		max-min	
		год	ΣX	год	ΣX	П	А	П	А	П	А	П	А
Томск	1881-1899	1883	222	1891	529	12-13	143	7-8	144	6-7	21	5-6	62
		1899	201	1896	460								
	1900-1919	1900	233	1903	490	3-4	257	6-7	247	11	10	5-6	15
		1911	243	1909	475	6-7	246	2	232	7	60	10	14
		1918	243	1919	489								
	1920-1939	1931	224	1922	453			12	265	13	19	7	22
		1934	253	1929	431	3	105			3	28	2	21
		1936	274							2	21		
	1940-1959	1951	295	1941	505	8	231	10	210	7	48	6	2
		1958	247	1947	503			11	226				
	1960-1979	1962	272	1969	455	7	183	8	136	4	25	22	48
		1964	279	1970	432	5	176			2	8	1	23
		1971	304	1972	422	1	128			7	25	2	10
		1980	288	1974	477					9	16	2	25
Бакчар	1940-1960	1953	264	1946	572	14	234	7	308	2	28	17	102
		1955	236							8	50		
Старича	1961-1980	1963	286	1969	470								
	1941-1960	1953	269	1949	465			4	106	13	03	20	05
		1966	268	1969	470	16	201					4	64
Колпашево	1940-1960	1953	255	1943	540								
		1966	276	1978	481	25	226	10	185	13	21	35	59
Ср.Васяган	1940-1960	1946	270	1941	503	4	219	5	233	18	33	9	14
		1964	303	1950	489	23	200	23	200	7	17	23	78
		1971	286	1973	567			14	186				
Александровское	1941-1960			1979	511								
		1954	313					13	287	9	55	10	146
		1963	298	1941	600					1	40	14	25
		1964	218	1951	466								
				1965	491	1	273						

Литература

Адаменко В.Н. Барико-циркуляционные условия последнего тысячелетия на территории Западной Сибири и Средней Азии (Срединного региона). - В кн.: Современные проблемы климатообразова-

ния. М.: Изд-во МГУ, 1980, с.130-143.

Азьмука Т.И., Воронина Л.В. Использование ресурсов климата в районах возделывания зерновых культур. - В кн.: Проблемы использования и охраны природных ресурсов Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с.46-55.

Дмитриев А.А., Клименко Л.В. Вековые колебания температуры и осадков. - В кн.: Климат Москвы. Л.: Гидрометеиздат, 1969, с.103-127.

Л.В.Воронина

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВОДНЫХ ЗАПАСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (на примере одного хозяйства)

Эффективность сельскохозяйственного производства Западной Сибири тесно связана с решением водной проблемы. Развертывание мелиоративных мероприятий в масштабах крупного региона выдвигает задачи детального учета климатических ресурсов, что можно осуществить лишь при их всестороннем рассмотрении в отдельных хозяйствах и при выявлении микроклиматических особенностей этих хозяйств.

Для подобного анализа выбран Искитимский совхоз, расположенный на правобережье Оби в Новосибирской области. По природно-климатическому районированию А.П.Сляднева (1965, 1972), совхоз относится к северной лесостепи, Обь-Иртышской провинции, Приобскому округу, району Сузунско-Черепановских увалов Приобского плато, подрайону Искитимской степи.

Географическое положение совхоза, как и особенности подстилающей поверхности, является тем фактором, который оказывает влияние на основные свойства климата совхоза и его агроклиматические ресурсы. Два других климатообразующих фактора - это циркуляция атмосферы и солнечная инсоляция.

Циркуляция атмосферы определяется зональным и незональным перемещением воздушных масс, возникающих как в циклональных, так и в нециклональных системах. Как отмечают А.Т.Дюбек (1947), Л.И.Бордовская (1974), Западная Сибирь находится под воздейст-

вием антициклонных барических полей: полярных антициклонов, зимних малоподвижных антициклонов Центральной Азии и Средней Сибири, субтропических антициклонов.

При прохождении полярных антициклонов юго-восток Западной Сибири находится в секторе распределения арктического воздуха, что способствует высокой повторяемости на территории совхоза сухих холодных весен и сырых холодных осенних дней. Субтропические антициклоны в теплый период стационарируются в районе 50° с.ш., и при перемещении их в зону тайги лесостепь охватывает засуха. Малоподвижные антициклоны Центральной Азии и Средней Сибири нередко обуславливают погоду холодного сезона в лесостепи, в том числе и на территории Искитимского совхоза.

Рельеф оказывает разнообразное влияние на циркуляцию воздуха, а через него — на общий метеорологический режим. Такие могучие рубежи, как Урал, Средне-Сибирское плоскогорье, нагорья Центральной Азии и Алтайско-Саянской горной страны разделяют барические системы и воздушные массы с разными свойствами, определяют специфичность в размещении температуры, осадков и других метеороэлементов, способствуют оживлению фронтальной деятельности в теплое время года.

Малые формы рельефа (сопки, гривы, неярко выраженные котловины, пойменные понижения и др.) играют большую роль в формировании микроклиматических различий. Относительные высоты, разная экспозиция склонов и их крутизна способствуют неодинаковому распределению поступающей солнечной радиации.

Лучистая энергия солнца над Искитимским районом характеризуется значительной интенсивностью. Продолжительность солнечного сияния составляет 1980 ч. (по данным метеостанции Огурцово), что превосходит эту величину на тех же широтах Европейской территории СССР (Москва — 1582 ч). Суммарная радиация за год составляет 96,4 ккал/см², годовая величина радиационного баланса 36,5 ккал/см². Максимальных величин радиационный баланс достигает в июне — 8,5 ккал/см², минимальных в январе — 1 ккал/см² (табл. I).

Таким образом, под влиянием климатообразующих факторов — циркуляции атмосферы, подстилающей поверхности и солнечной инсоляции — формируются основные свойства климата совхоза.

Многолетний режим климата. Климат совхоза континенталь-

Таблица I.

Продолжительность солнечного сияния и интенсивность радиации
(по данным метеостанции Огурцово)

Радиация	М е с я ц ы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	ХП	
Продолжительность сияния, ч	75	116	157	179	272	279	288	243	175	90	52	45	1980
Суммарная радиация, ккал/см ² мес	2,1	4,1	8,6	10,7	13,8	15,3	14,5	11,8	8,0	4,0	2,1	1,4	96,4
Радиационный баланс, ккал/см ² мес	-1,0	-0,5	-0,3	4,9	7,7	8,5	8,0	6,2	3,7	0,6	-0,8	-1,0	36,5
Альбедо, %	74	71	64	26	16	18	17	18	18	27	61	72	28

ный, с холодной зимой и жарким летом. Многолетний температурный режим сельскохозяйственных полей определяется общим приходом солнечной радиации и характером ее распределения в зависимости от физико-географических особенностей территории.

Холодный период устанавливается с переходом среднесуточных температур воздуха через -5° и выпадением снежного покрова. Многолетняя дата начала зимы в совхозе падает на 3 ноября. Режим зимы обусловлен стационарированием области высокого атмосферного давления - азиатским антициклоном. Один из его отрогов проходит южнее Новосибирской области, что определяет господство на территории совхоза сухих и холодных юго-западных ветров. Радиационный баланс с октября по март отрицателен. Температуры воздуха низкие в январе ($-19,4^{\circ}$). Термический режим зимы определяет условия перезимовки озимых культур, создает предпосылки для роста и развития яровых зерновых и

овощных культур. Так, сумма отрицательных температур воздуха для территории Искитимского совхоза значительна ($-1620 < -15^0$, $-2070 < -10^0$ и $-2260 < -5^0$), высота снежного покрова в среднем за много лет составляет 50-60 см, запасы воды в снеге на декаду максимальной высоты - 100 мм. В итоге в холодный период на территории совхоза складываются не совсем благоприятные предпосылки для развития сельскохозяйственных культур.

Вторжение теплого воздуха весной с юга вместе с ростом солнечной радиации вызывает быстрый рост температуры воздуха (t_a). Если в середине апреля температура переходит через 0^0 , в конце месяца через 5^0 , то уже в середине мая через 10^0 (табл.2).

Таблица 2

Многолетние даты перехода среднесуточных температур воздуха в период подъема и падения температуры
(Искитимский совхоз)

Период подъема			Период падения		
Через 10^0	Через 5^0	Через 0^0	Через 10^0	Через 5^0	Через 0^0
18.V	28.IV	15.IV	14.IX	3.X	18.X

Теплый период начинается в конце апреля при среднесуточных положительных температурах $3-5^0$ и радиационном балансе $4-5$ ккал/см². В этот период преобладает ясная сухая и ветреная погода. Во второй половине мая часты заморозки, как адвективные, так и радиационные. Первые связаны с вторжением холодного арктического воздуха в тыл циклонов, вторые, как правило, наступают в холодные ясные ночи. Они наиболее сильны в низинах. Заморозки во второй половине мая повторяются почти ежегодно, что отрицательно сказывается на сельскохозяйственных культурах.

Лето начинается с перехода среднесуточной температуры воздуха через 5^0C . Континентальные воздушные массы с малой относительной влажностью и высокой температурой определяют преобладание ясной и малооблачной погоды. Радиационный баланс в июне максимален ($8,4$ ккал/см²). В середине лета происходит прогревание приземных слоев воздуха и в июле отмечаются наиболее высокие температуры: абсолютный максимум температуры воздуха

38⁰С. В конце августа или начале сентября летний термический режим сменяется на осенний. Похолодание приходит с востока. Переход температуры воздуха через 5⁰ в Искитимском совхозе происходит 14 сентября, через 0⁰ - 18 октября.

Почвенный климат характеризуется следующими показателями термического режима пахотного слоя (в многолетнем разрезе). Суммы температур в почве выше 10⁰ на глубине 20 см на территории совхоза составляют 1800-1810⁰, на глубине 40 см -1600⁰, переход среднесуточных температур на глубине 20 см через 10⁰ в период подъема температур в совхозе происходит в среднем 25 мая, в период падения - 20 сентября; дата первого заморозка на поверхности почвы в период падения 4 октября, в период подъема температур - 3 июня.

Многолетний режим увлажнения сельскохозяйственных полей определяется приходом и расходом влаги. Атмосферные осадки в сумме за год, по данным Искитимской метеостанции, составляют 380 мм. За теплый период их выпадает 77% от годовой суммы; за май-июнь, когда влага крайне необходима растениям, - 21%. Недостаточное количество осадков выпадает в весеннее время (15 мм в марте, 19 мм в апреле).

В целом за вегетационный период (май-сентябрь) выпадает 240 мм осадков. Коэффициент увлажнения по Докучаеву-Высоцкому-Иванову, вычисленный непосредственно для Искитимского совхоза, за год составляет по среднемноголетним данным 0,55-0,65. Учитывая, что оптимальные условия увлажнения складываются при коэффициенте, равном 1,0, можно говорить о недостаточном и крайне недостаточном увлажнении полей совхоза в период вегетации растений. Однако коэффициент увлажнения, вычисленный за май-июнь, составляет 0,9-1,0, а гидротермический коэффициент увлажнения на 1 июня 1,0-1,1. Это значит, что в ранний период вегетации сельскохозяйственных культур складываются условия, близкие к оптимальным.

Агроклиматические ресурсы. Агроклиматические ресурсы Искитимского совхоза исследовались нами в течение нескольких лет различными методами: полевых наблюдений, статистической обработки, математического анализа, географических сравнений. Была выбрана система показателей, позволяющих установить ре-

сурсные особенности территории. Из большого числа показателей, определяющих ресурсы тепла, чаще всего используются суммы температур воздуха выше 10°C . На наш взгляд (Азьмука, Воронина, 1977), применение этого показателя недостаточно, ибо оно далеко не полностью учитывает условия произрастания растений. В соответствии с этим в качестве показателей, эффективно характеризующих возможности климата, нами приняты суммы температур выше 10°C не только в воздухе, но и в почве, обеспеченность этих сумм, характеризующая возможность вызревания той или иной культуры, а также актинометрические показатели, из которых наиболее мобильным является радиационный баланс (R). Годовые и месячные значения радиационного баланса (R) для Искитимского совхоза получены нами расчетным путем, суточные и срочные — по результатам полевых наблюдений на полях совхоза. Расчеты проведены по методике Украинского НИГМИ (Константинов и др., 1966) на основании данных по температуре и влажности воздуха Искитимской метеостанции и на полях совхоза, а также использованы данные наших экспедиционных исследований. Баланс, вычисленный по данной методике, занижен по отношению к действительному (Воронина, Пазухина, Сляднев, 1972), однако, для анализа временных и пространственных его закономерностей методика вполне приемлема.

В итоге нами получены значения радиационного баланса (R) за все годы (1971–1978) исследовательских работ в совхозе (рис.1). Изменения его за этот период значительны: от 22 до 29 ккал/см^2 в год. Наиболее высокий приход баланса отмечен в 1971, 1973, 1975 гг., что оказывало непосредственное влияние на изменение метеорологического режима и в первую очередь на ход температуры воздуха. На рис.2 отражена динамика среднегодовых величин R , температуры воздуха и урожая яровой пшеницы за период исследований. Увеличение либо уменьшение R влечет за собой соответственные изменения термического режима, кроме того годовые суммы R являются одним из основных факторов, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур. Так и происходило в первые годы исследований. Однако воздействие комплекса природных факторов и главное применение новых агротехнических приемов способствовали тому, что кривая урожая в последующие годы уже не зависела от колебаний R .

В связи с тем, что радиационный баланс — методически трудно получаемая величина, но являющаяся ярким показателем условий теплообеспеченности культур, нами сделана попытка установить связь между R и температурой воздуха. Для этой цели выбраны их среднемесячные значения. Однако связь получилась достаточно тесной лишь за периоды ясной погоды: $r = 0,77$. В пасмурную погоду коэффициент корреляции составил лишь 0,55.

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$Y = 20X - 86,6$ — для ясной погоды;

$Y = 13,5X + 154,6$ — для пасмурной погоды.

Уравнение позволяет вычислить величины R по имеющимся температурам воздуха преимущественно за период ясной погоды.

Маршрутные исследования, охватывающие несколько типов сельскохозяйственных полей, позволили установить радиационный баланс для разных полей. В полуденные часы, когда R мак-

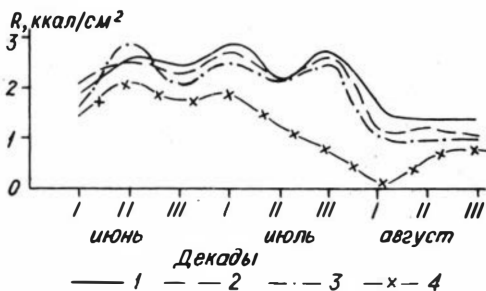


Рис.1. Изменение радиационного баланса за декаду в теплый период по природным комплексам Искитимского совхоза: 1 — Бердский, 2 — Тальменский, 3 — Барабинский, 4 — Калиновский

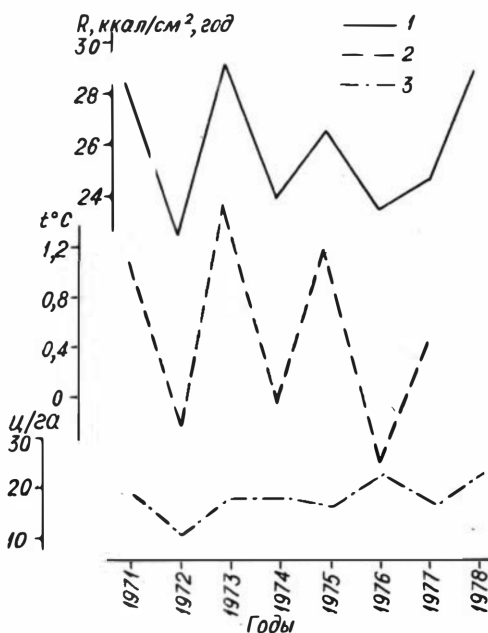


Рис.2. Динамика радиационного баланса (1), температуры воздуха (2) и урожайности яровой пшеницы (3)

симален, а также в дополуденные часы в распределении R прослеживается одна и та же закономерность: наиболее высок он на поле пара ($1 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$), затем на поле капусты ($0,786$), огурцов ($0,887$), картофеля ($0,942$) и, наконец, самый низкий на разнотравье ($0,558 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$). Естественно, что в данном случае вступают в силу составляющие R , либо при одинаковой величине суммарной радиации, поступающей на земную поверхность, ее дальнейшее распределение зависит от характера подстилающей поверхности и типа сельскохозяйственного поля. Густота посева, его цвет, увлажненность, степень удобренности и даже величина засорения оказывают воздействие на альбедо, эффективное излучение, а через них и на радиационный баланс в целом. Уменьшение либо увеличение R влечет за собой изменение метеорологических параметров. Следовательно, эффективность климатических ресурсов на сельскохозяйственных полях в основе своей содержат величину напряжения радиационного баланса.

Большинство сельскохозяйственных культур вегетируют при среднесуточных температурах воздуха выше 5°C . Продолжительность вегетационного периода составляет в совхозе 159 дн. В течение последнего десятилетия период с температурами выше 5° был, как правило, длиннее на 5–10 дней (табл. 3). Средние даты сева зерновых и большинства овощных культур совхоза приходятся на период между переходом среднесуточной температуры воздуха через 5 и 10°C (28 апреля и 18 мая). Однако такие теплолюбивые и скороспелые культуры, как капуста ранняя, поздняя, цветная, гречиха и томаты, высаживают в более позднее время — после перехода среднесуточных температур воздуха через 10°C . К этому времени накапливается 90–150 $^{\circ}$ тепла. Для всходов пшеницы необходимы суммы тепла в 67 $^{\circ}$ (ЩигOLEV, 1957). По средним многолетним данным совхоза они равняются 112 $^{\circ}$. За последнее десятилетие эти суммы изменялись в тех же пределах, т.е. в ранний период развития зерновых тепла им достаточно. По отношению ко всему количеству тепла, необходимого для созревания сельскохозяйственных культур, не теплообеспеченность мая–июня приходится 45–55%.

Период наиболее активной вегетации сельскохозяйственных культур заключен между датами перехода среднесуточной температуры воздуха через 10° . Переход этот происходит 11–24 мая

Таблица 3

Даты перехода среднесуточных температур воздуха через
определенные пределы и число дней с температурой,
превышавшей эти пределы

Год	Дата перехода среднесуточной температуры				Число дней с температурой, превышающей	
	через 5°		через 10°		5°	10°
	весна	осень	весна	осень		
1971	19.IV	12.X	19.V	19.IX	176	125
1972	18.IV	16.IX	14.V	5.IX	151	126
1973	13.IV	24.IX	21.V	19.IX	164	121
1974	11.IV	4.X	16.V	16.IX	176	123
1975	16.V	3.X	22.V	19.IX	140	133
1976	21.IV	25.IX	14.V	16.IX	167	149
1977	14.IV	9.X	15.V	20.IX	178	128
1978	21.IV	6.X	24.V	27.IX	168	128
1979	27.IV	15.X	11.V	27.IX	171	141

Таблица 4

Суммы температур (вычислено по данным метеостанции
Искитим) выше 10°C

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Суммы
1971	152,0	465	543,2	484,6	239,9	1884,7
1972	180,2	520	492,3	433,4	50,0	1675,9
1973	128,0	539	576,0	519,4	261,4	2023,8
1974	233,7	487	586,9	499,5	160	1967,1
1975	126,0	454	602,3	468,4	218	1868,7
1976	185,4	590	559,9	492,5	192,6	2020,4
1977	225,6	563	615,9	439,4	257	2101,2
1978	79,1	514	623,0	417	264	1897,1
1979	210,8	539	627,2	470,2	300,3	2147,5
В среднем за 1971-1979 гг.	169,0	519	580,7	469,4	215,9	1954,1

при среднемноголетней дате 18 мая. Ранним начало активной вегетации было в 1972, 1976, 1979 гг., поздним - в 1978 (табл.3).

Среднемноголетние суммы температур $> 10^0$ составляют 1830⁰, средняя за годы исследования $> 1954^0\text{C}$. Суммы температур больше 10^0C , вычисленные нами за годы работ в совхозе, на 150-100⁰ отличались от среднемноголетней (табл.4). Для полного вызревания яровой пшеницы среднеспелых сортов в лесостепной зоне требуется 1500-1600⁰C, позднеспелых - 1700⁰C, гречихи - 1200-1400⁰, картофеля - 1200-1800⁰ (табл. 5). Анализ табл. 4 и 5 позволяет установить, что тепла, накопленного за вегетационный период, вполне достаточно для вызревания среднеспелых сортов яровой пшеницы и основных овощных культур.

Таблица 5

Расчетная сумма биологических температур, необходимая для вызревания различных сортов сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне

Культура	С о р т а		
	раннеспелые	среднеспелые	позднеспелые
Яровая пшеница мягких сортов	1360	1520	1725
Яровая пшеница твердых сортов	1420	1620	1720
Ячмень, овес	1200	1400	
Гречиха	1200	1300	1400
Картофель	1200	1500	1800
Горох	1250	1400	1550
Подсолнечник	1850	2000	2300
Огурцы	800-1200	900-1300	1000-1400
Томаты	900-1500	1000-1600	1100-1700

Обеспеченность сельскохозяйственных культур считается достаточной, если необходимая сумма температур наблюдается не менее 8-9 лет из 10, т.е. обеспеченность теплом составляет 80-90%. При 60-70%-ной обеспеченности возникает необходимость в совершенно определенных мелиоративных мероприятиях, а при 50%-ной - необходимость возделывания культур отпадает вообще (Агро-

климатические ресурсы Новосибирской области, 1971). В совхозе ранне- и позднеспелые сорта яровой пшеницы обеспечены теплом на 95%, позднеспелые сорта - на 75%. Такие культуры, как ячмень, овес, озимая рожь, требующие для возделывания 1300-1500⁰, обеспечены теплом в 9 годах из 10. Наиболее теплолюбивой из зерновых культур является кукуруза, для возделывания которой, по данным Синицыной и др. (1973), требуется 2200⁰ тепла раннеспелым сортам, 2500⁰ среднеспелым и 2700⁰ среднепозднеспелым. Возделывание кукурузы, таким образом, возможно лишь на силос.

На скорость созревания сельскохозяйственных культур оказывают воздействие суммы тепла, накопленные в почвенном профиле. На конец июля в лесостепной зоне приходится две трети вегетационного периода. К этому времени яровая пшеница среднеспелых сортов проходит фазы соцветия, колошения, молочной спелости, кукуруза - всходов, третьего, седьмого и одиннадцатого листа, картофель - цветения, капуста - начала завивания кочана, огурцы - созревания бутонов, цветения и спелости. К этому же периоду под выше-названными культурами накапливается 600-700⁰ тепла на поверхности почвы, 520-600⁰ на глубине 20 см и 500-540 - на глубине 40 см. Суммы тепла под различными овощными культурами далеко неидентичны. Наибольшее количество тепла накапливается под картофелем, наименьшее - под укропом, что вызвано, вероятно, биологическими особенностями культур и вытекающими отсюда величинами отраженной радиации, эффективного излучения и радиационного баланса в целом. При одинаковом типе растительности, но различном типе почв в них накапливаются неидентичные суммы тепла, что, в свою очередь, требует с большей дифференциацией подходить к распределению посевных площадей по типам почвы. На рис. 3 даны средние температуры почв на разных глубинах, а на рис. 4 - суммы температур в почве выше 5⁰C для наиболее распространенных в совхозе типов почв: черноземной, черноземно-луговой, лугово-черноземной и луговой. Наиболее теплые из всех исследуемых почв - черноземы, значительно холоднее прочих - луговые.

Таким образом, агроклиматические ресурсы совхоза далеко неполноценны и сельскохозяйственное производство развивается здесь в сложных природно-климатических условиях. Ресурсы климата Искитимского совхоза нуждаются в корректировке через мелиоративные воздействия. Для этого необходима дальнейшая их детализация,

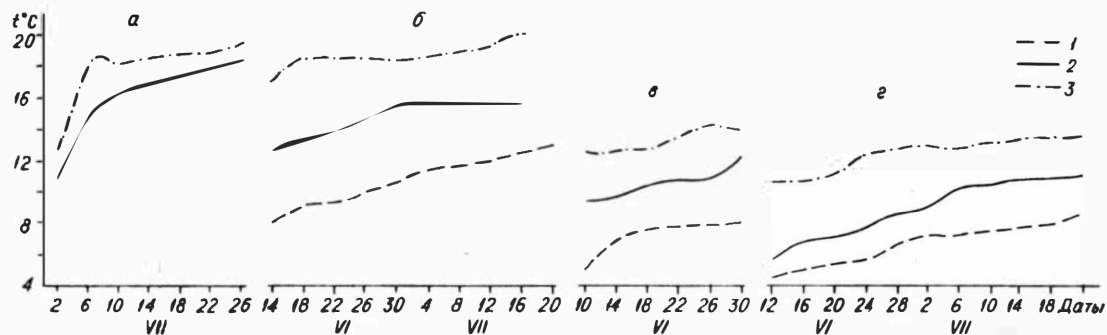


Рис.3. Динамика среднесуточных температур почвы на глубинах 40 см (1), 80 см (2) и 160 см (3); а - выщелоченный чернозем, б - лугово-черноземная почва, в - черноземно-луговая, г - луговая

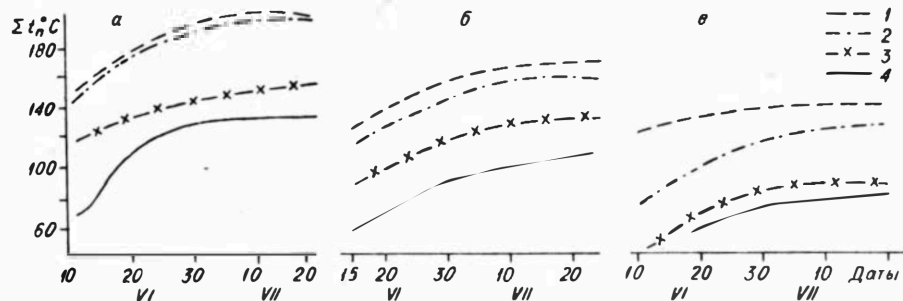


Рис.4. Суммы температур в почве выше 5°C на глубинах 40 см (а), 80 см (б) и 160 см (в); 1 - выщелоченный чернозем, 2 - лугово-черноземная почва, 3 - черноземно-луговая, 4 - луговая

которая возможна в первую очередь через посредство микроклиматического районирования. Агроклиматические ресурсы складываются не только в соответствии с общеклиматическими особенностями территории, но и в связи с неодинаковым преломлением условий климата на разных сельскохозяйственных полях, т.е. в связи с различными чертами микроклимата.

Взаимодействия между компонентами природы, возникающие в природных комплексах, обобщаются микроклиматическим районированием. Методика крупномасштабного районирования предлагает выделение аксономических единиц на типологической либо региональной основе, "снизу" от более мелких рангов (урочище, фация, тип местности) к более крупным, либо "сверху" в обратном порядке (Прокопьев, 1967). При крупномасштабном районировании, как правило, придерживаются первого порядка. Мы также провели крупномасштабное районирование территории совхоза от более мелких таксонов - фаций к более крупным - к типам местности.

Основой послужили полевые метеорологические наблюдения на полях совхоза, картографический материал, погодичные и многолетние выборки метеозлементов в гидрометеослужбе. Полевые материалы представлены шестилетними (1971-1976) данными микроклиматических наблюдений, которые включали в себя маршрутные, эпизодические и стационарные наблюдения на биоценозах и агроценозах совхоза. Картографической основой послужили почвенная карта Искитимского совхоза в масштабе 1:2 500, составленная Сибирским филиалом "Росгипрозем", карта растительности совхоза в том же масштабе, составленная сотрудниками Центрального сибирского ботанического сада, и карта полей совхоза.

В итоге выделены природные комплексы мелкого порядка, которые в научной литературе получили название фаций. Границы фаций проведены с учетом морфологических, гидрологических, почвенных, ботанических, аэроклиматических, почвенно-климатических и хозяйственных признаков. Например, южные склоны с суходольными и остепненными дугами на темно-серых, сильно оподзоленных почвах, пастбища (табл. 6).

Микроклиматы ландшафтов определены нами так: жаркий, сухой; июнь теплый, относительно сухой; весьма теплый, недостаточно увлажненный; умеренно теплый, хорошо увлажненный; прохладный, влажный. Таким образом, природные комплексы совхоза представ-

Изменение метеорологических величин природных комплексов Искитимского совхоза в сравнении с контрольной точкой

Природные комплексы	Температура воздуха, °C	Дефицит влажности воздуха, мм	Относительная влажность воздуха, %	Температура почв, °C		Характеристика микроклиматов
				на поверхности	на глубине 5 см	
1. Вдоль склонов с суходольными и остепненными дугами на темно-серых сильно оподзоленных почвах. Пастбище.	+1,3	+1,3	-5,0	+9,0	+8,5	Жаркий, сухой
2. Плоские водоразделы и пологие западно-восточные склоны с разнотравно-злаковыми и суходольными дугами на темно-серых, серых сильно оподзоленных и лугово-черноземных почвах. Пастбище.	+0,3	+1,8	-1,0	+3,7	+3,5	Очень теплый, относительно сухой
3. Пякеры, плоские водоразделы и впадины склонов под сельскохозяйственными землями на черноземных выщелоченных и темно-серых лесных почвах.	24,7	26	41	39	26,4	
4. Пологие западные и восточные склоны под сельскохозяйственными землями на черноземных выщелоченных и темно-серых лесных почвах.	-1,0	-2,7	+4,0	-5,2	-3,9	Весьма теплая, недостаточно увлажненная
5. Плоские водоразделы и очень пологие склоны под березовым лесом на серых сильно оподзоленных почвах.	+2,1	-5,5	+9,0	-10,2	-7,6	Теплый, умеренно-увлажненный
6. Северные склоны, поросшие крупнотравными лесными дугами, на луговых оподзоленных почвах. Пастбище.	-3,0	-7,5	+12,0	-12,1	-8,5	Умеренно-теплый, хорошо увлажненный
7. Нижние части крутых западных и восточных склонов, северные склоны. Поверхность понижения под сельскохозяйственными землями на темно-серых и луговых оподзоленных почвах.	-4,0	-9,7	+18,0	-13,0	-9,2	
8. Северные склоны и нижние части западных и восточных склонов, поросшие березовым и осиновым лесом в сочетании с крупнотравными дугами на серых оподзоленных, серых сильно оподзоленных почвах, в комплексе с перегнойно-болотными и лугово-черноземными почвах. Сенокосы.	-4,5	-10,0	+19,0	-14,7	-9,9	Прохладный, влажный
9. Липня логов, пойменные понижения рек и ручьев с разнотравно-злаковыми и разнотравными злаковыми дугами с зарослями кустарников на темно-серых оподзоленных, лугово-черноземных и лугово-оподзоленных почвах. Сенокосы.	-5,1	-10,9	+23,0	-17,1	-12,1	
10. Липня логов, пойм рек и ручьев, занятые болотами, на перегнойно-болотных и торфяно-болотных почвах.	-5,5	-11,7	+29,0	-18,0	-12,8	

дляют весьма широкий диапазон микроклиматов, среди которых имеют место не только зональные, но и ряд аazonальных. Последние по своим метеорологическим параметрам характерны как для степной, так и для таяжной зоны.

Азональными являются жаркий сухой микроклимат южных склонов с суходольными дугами (I комплекс на рис. 5); очень теплый относительно сухой микроклимат плоских водоразделов с разнотравными и

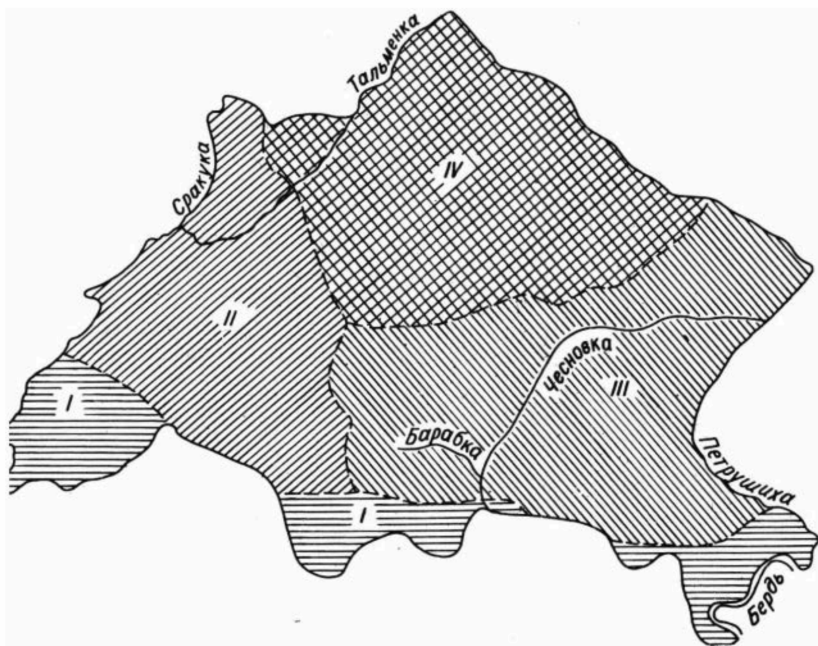


рис.5. Микроклиматические комплексы районирования Искитимского совхоза:

– Бердский, II – Тальменский, III – Барабинский, IV – Калиновский

уходольными лугами и плакоров под сельскохозяйственными землями; эсьма тёплый недостаточно увлажнённый микроклимат пологих задних и восточных склонов под сельскохозяйственными землями. По своим микроклиматическим характеристикам и биологическим особенностям эти биоценозы никак нельзя отнести к лесостепным ландшафтам. Один из них соответствует колючей степи, другой – типичной степи и третий – сухой степи. Метеорологические параметры этих комплексов весьма контрастны. Например, в дневные часы относительная влажность воздуха на суходольных южных склонах опускается до 33%, недостаток насыщения возрастает до 31 мм, температура воздуха – до 27° данные осреднены за годы наблюдений при анти-

циклональном типе погоды). На плоских водоразделах с суходольными лугами под сельскохозяйственными культурами и на пологих распаханых склонах температура воздуха в дневные часы в ясную тихую погоду не опускается ниже 25° , относительная влажность воздуха не поднимается выше 40% (табл. 6).

С другой стороны, в совхозе есть целый ряд природных комплексов значительно более холодных и более увлажненных, соответствующих более северным ландшафтам. К ним относятся северные склоны и нижние части западных и восточных склонов, поросшие березовым и осиновым лесом с крупнотравными лугами (комплекс 8). днища логов и пойменных понижений, занятые болотами (комплексы 9 и 10). Этим ландшафтам присущ прохладный, влажный микроклимат с абсолютными значениями относительной влажности в полуденное и околополуденное время - 60-70%, недостатка насыщения - 16-17 мм и температуры воздуха 20°C . Различия в метеорологических параметрах от контрольной точки до прохладных и влажных биоценозов составляют по температуре воздуха 4,5-5,5 $^{\circ}$, по температуре почвы на поверхности - 14-18 $^{\circ}$, на глубине 5 см - 10-13 $^{\circ}$, по относительной влажности воздуха - от 19 до 29% (табл. 6).

Выявленные нами природные комплексы самого мелкого порядка, соответствующие в системе таксономических единиц рангу фаций, объединены в урочища. Например, фация плоских водоразделов и пологих западно-восточных склонов и фация плакоров под сельскохозяйственными землями объединены в одно урочище с очень теплым, относительно сухим микроклиматом, а фации под номерами 8-10 объединены в урочище с прохладным и влажным микроклиматом (табл. 6).

Дальнейшее обобщение микроклиматических особенностей урочищ позволяет выявить их общие черты в той или иной части совхоза и объединить в типы местности. В основу выделения последних положены количественные метеорологические параметры, инструментальные и визуальные наблюдения. На территории совхоза выявлено 4 типа местности, или 4 природных комплекса более крупного порядка, которым даны следующие названия: Бердский - надпойменный, преимущественно распаханый, слабо пересеченный тип местности с сосновыми, сосново-березовыми лесами и пойменными зарослями: кустарников на выщелоченных и оподзоленных черноземах; Тальменский - равнинный, преимущественно распаханый; Барабинский - ува-

листый, пересеченный, с преобладанием сенокосных и пастбищных лугов; Калининский – повышенный, сопочно-лощинный пересеченный тип местности и т.д. (см. рис.5).

Климат всех четырех природных комплексов изменяется от весьма теплого недостаточно увлажненного до умеренно теплого хорошо увлажненного, с перепадами среднемесячных температур в 2° , относительной влажностью воздуха в 10%, суммой осадков за сезон 30 мм и гидротермическим коэффициентом Г.Т.Селянинова за период с мая по сентябрь в 0,25 (табл. 7).

Наиболее теплым и менее увлажненным отмечен Бердский природный комплекс. Он располагается на южной и юго-западной окраине Искитимского совхоза на выложенных южных и юго-западных склонах и широкой пойме долины р.Бердь. В значительной своей части склоны распаханы и засеяны преимущественно овощными культурами. Крутые части склонов остепнены, по склонам северной экспозиции (преимущественно вдоль оврагов) растут березовые леса и кустарники, на террасах – сосновые боры. В целом Бердский надпойменный комплекс характеризуется весьма теплым, недостаточно увлажненным микроклиматом (табл.7). Здесь более высокий радиационный баланс (см. рис.1), наиболее высокие температуры воздуха и почвы и низкие показатели увлажнения (см. рис.6). Все это способствует тому, что на склонах южной экспозиции сохраняются степные ландшафты, что говорит о достаточной сухости климата в данном природном комплексе. Гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т.Селянинова равен 0,74, т.е. увлажнение Бердского природного комплекса явно недостаточное.

Тальменский природный комплекс располагается на западе Искитимского совхоза, в некотором удалении от р.Бердь. Значительная часть комплекса распахана и засеяна овощными и зерновыми культурами. Понижения заболочены либо покрыты луговой растительностью. Почвы преимущественно выщелоченные черноземы и серые лесные, на склонах и в понижениях – луговые и болотные. Тальменский комплекс характеризуется теплым, умеренно увлажненным микроклиматом. Радиационный баланс здесь несколько ниже и составляет в сумме за июнь-август $18,047 \text{ ккал/см}^2$ (рис. 1). Температура воздуха в среднем за период ясных солнечных дней ниже на $1,1^{\circ}$. Увлажненность приземных слоев воздуха на 1-5 мб выше в течение всего вегетационного периода

Таблица 7

Агроклиматическая характеристика природных комплексов Искитимского совхоза

78

Природные комплексы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность	Осадки, мм	Гидротермический коэффициент	Характер микроклимата
1. Бердский надпойменный, преимущественно распаханый, слабо пересеченный тип местности с сосновыми, сосново-березовыми лесами и пойменными зарослями кустарников на выщелоченных и оподзоленных среднетяжелых черноземах, темно-серых оподзоленных почвах.	19,4	75,3	230	0,74	Весьма теплый, недостаточно увлажненный
2. Тальменский равнинный, преимущественно распаханый, пересеченный тип местности с березовыми и осиново-березовыми лесами на выщелоченных черноземах темно-серых, серых и луговых почвах.	18,3	77,0	240	0,78	Теплый, умеренно увлажненный
3. Барабинский увалистый пересеченный тип местности с преобладанием сенокосных и пастбищных лугов и парковых березовых лесов на темно-серых оподзоленных и сильно оподзоленных, серых сильно оподзоленных луговых и лугово-черноземных почвах.	18,1	81,6	250	0,84	Относительно теплый, достаточно увлажненный
4. Калиновский повышенный сопочно-лощинный сильно пересеченный тип местности с березовыми и березово-осиновыми лесами, разнотравно-злаковыми лесными суходольными лугами, тростниково-дерново-осоковыми низинными болотами на темно-серых сильно оподзоленных и торфяно-болотных почвах.	17,5	86,5	260	0,95	Умеренно теплый, хорошо увлажненный

(рис.6). Однако при более благоприятных соотношениях температуры и влажности воздуха гидротермический коэффициент не высок - 0,78, что говорит о недостаточной увлажненности.

Барабкинский природный комплекс располагается на востоке Искитимского совхоза. Распаханность площади значительно сокращается, повышаются высоты, увеличивается пересеченность местности, возрастает площадь, занятая лесами. В связи с этим комплекс нами назван как Барабкинский увалистый пересеченный тип местности с преобладанием сенокосных и пастбищных лугов и парковых березовых лесов на темно-серых и серых оподзоленных и сильно оподзоленных, луговых и лугово-черноземных почвах. Радиационный

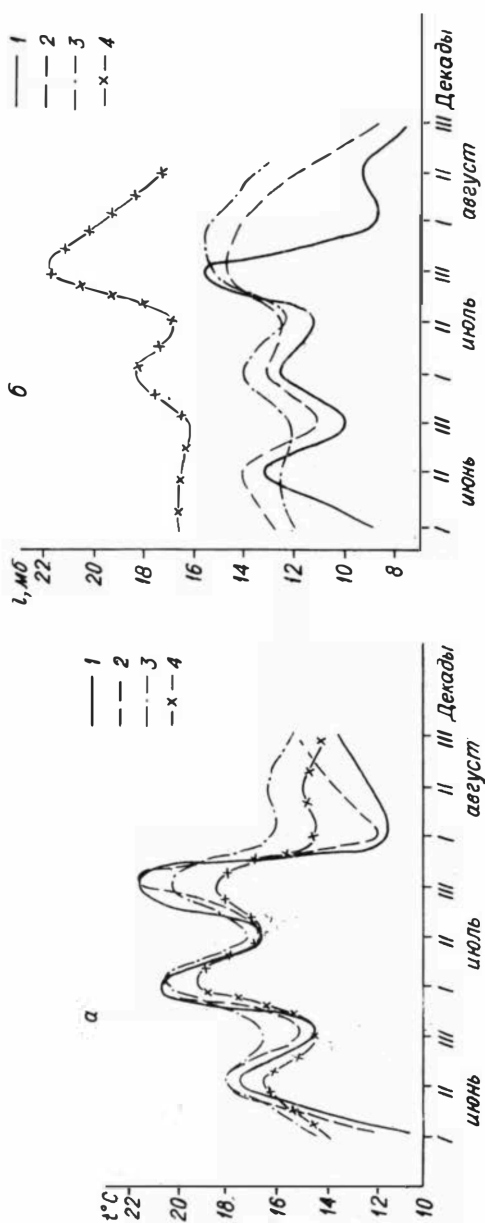


Рис.6. Изменение температуры воздуха (а) и абсолютной влажности (б) по природным комплексам: I - Бердский, 2 - Тальменский, 3 - Барабкинский, 4 - Кадиновский

оыланс здесь, как правило, ниже, чем в первых двух комплексах, в связи с чем и температурные условия менее благоприятны. Вместе с тем, здесь возрастает влажность воздуха (до 66,5% в ясные солнечные дни), увеличивается сумма осадков за сезон и возрастает ГТК до 0,84. В связи со всем сказанным микроклимат этого комплекса определен как относительно теплый, достаточно увлажненный.

К а л и н о в с к и й п р и р о д н ы й к о м п л е к с располагается на севере и северо-востоке совхоза. Для него характерно уменьшение площади сельскохозяйственных земель, увеличение расчлененности местности, общее увеличение высот, рост заболоченности. Этот комплекс назван как повышенный, сопочно-лощинный сильно пересеченный тип местности с березовыми, березово-осиновыми лесами, разнотравно-злаковыми лесными суходольными лугами и тростниково-дерново-осоковыми низинными болотами на темно-серых, серых сильно оподзоленных и торфяно-болотных почвах. Радиационный баланс в сумме за три месяца снижается до II ккал/см², температура воздуха до 19,1° (табл. 7). Значительно возрастает влажность воздуха - на 2-7 мб, выпадает наибольшее количество осадков по отношению ко всему Искитимскому совхозу, ГТК приближается к единице, составляя 0,95 в среднем за сезон. Это говорит об оптимальных условиях увлажнения. Микроклимат охарактеризован как умеренно теплый, хорошо увлажненный.

Таким образом, микроклиматические различия территории одного совхоза, столь небольшого по площади, весьма значительны. Ландшафты, распаханые и занятые под сельскохозяйственные земли, характеризуются микроклиматами зонального ряда, с несколько повышенным притоком тепла и значительно меньшим увлажнением. Большие различия в микроклимате определяются значительной расчлененностью рельефа, повышенной эродированностью, неодинаковой степенью залесенности. Все это приводит к значительным различиям в перераспределении поступающего солнечного тепла. Например, южные склоны раньше освещаются солнцем, интенсивность солнечного напряжения на них выше на 2-5% (в зависимости от крутизны склонов) и позднее затеняются по сравнению с западными, восточными и северными склонами. Более светлая степная растительность (по сравнению с лесной, более темной на других склонах) снижает альбедо, что ведет к увеличению радиационного баланса. Это в

свою очередь способствует дальнейшему остепнению южных склонов. Большая интенсивность солнечной энергии благоприятствует более раннему сходу снежного покрова на южных склонах, усиленному испарению весенней влаги и значительно большему высушиванию почв уже в раннее весеннее время.

Физико-географические особенности территории совхоза оказывают прямое воздействие на микроклиматические различия отдельных его ландшафтов, а микроклимат в свою очередь констатирует ландшафтные особенности того или иного природного комплекса, позволяет лучше выявить агроклиматические ресурсы всего совхоза в целом. В совхозе много комплексов, которые по климатическим показателям являются аazonальными и к которым при сельскохозяйственных работах необходимо подходить строго дифференцированно. Наиболее благоприятные климатические условия складываются в Калиновском природном комплексе, где наилучшие условия увлажнения и достаточное количество тепла, наименее благоприятны – в Бердском в связи с высоким радиационным балансом, повышенными суммами тепла и недостаточным увлажнением.

При перераспределении водных ресурсов необходимо учитывать подобные микроклиматические особенности каждого хозяйства, с тем чтобы в более полной мере использовать его агроклиматические ресурсы.

Литература

Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 155 с.

Азъмука Т.И., Воронина Л.В. Почвенно-климатические условия и ресурсы сельскохозяйственных полей Приобья. – В кн. Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск: Наука, 1977, с.47-57.

Бордовская Л.И. Характеристика синоптических процессов Западной Сибири. – В кн.: Проблемы гляциологии Алтая. Томск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1974, с.95-117.

Воронина Л.В., Пазухина Р.А., Слядnev А.П. К вопросу о тепловом балансе юго-востока Западно-Сибирской равнины. – В кн.: География Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1972, с.34-72.

Дюбюк А.Ф. О циркуляции в атмосфере и типах циркуляции над Европой и Западной Сибирью. – В кн.: Труды научно-исследовательских учреждений, сер.2, вып.19. Свердловск– Москва, 1947.

Константинов А.П., Сакали Л.И., Гойса Н.И., Олейник Р.Н. Тепловой и водный режим Украины. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 591 с.

Прокаев В.И. Основы методики физико-географического районирования. Л.: Наука, 1967. 183 с.

Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 342 с.

Сляднев А.П. Географические основы климатического районирования и опыт их применения на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. – В кн.: География Западной Сибири. Новосибирск, 1965, с.3–122.

Сляднев А.П. Климатические ресурсы сельского хозяйства Западной Сибири. – В кн.: Географические проблемы Сибири. Новосибирск: Наука, 1972, с.107–144.

Шиголов А.А. Методика составления фенологических прогнозов. – В кн.: Сборник методических указаний по анализу и оценке агроклиматических условий. Л.: Гидрометеиздат, 1957, 72 с.

Ю.В.Науменко

САПРОБНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДНЕЙ ОБИ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

В 1979 г. нами было предпринято изучение фитопланктона Средней Оби от устья р.Томь до г.Сургута с целью выявления видового состава фитопланктона и динамики его количественного развития. Летом отбор образцов водорослей проводили на 4 разрезах, осенью – на 7. Пробы собирали и обрабатывали по общепринятым методам альгологических исследований (Кузьмин, 1975).

В настоящей статье приводятся данные по сапробности вод Средней Оби. Приведенная ниже оценка качества вод выполнена по одному трофическому уровню – водорослям и с применением индексов сапробности. Надо сказать, что сапробиологический анализ отражает наличие в воде нетоксичного органического вещества. Индексы сапробности рассчитывали по численности фитопланктона, с при-

менением формулы Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecek, 1973) по спискам водорослей-индикаторов сапробности (Унифицированные методы ..., 1977).

Всего за период исследований в Средней Оби было обнаружено 147 видов, разновидностей и форм водорослей, из которых индикаторов сапробности было 81, что составляло 55,1% состава. Распределение водорослей по зонам сапробности приведено в таблице.

Распределение индикаторных видов водорослей Средней Оби по отделам

Сапробность	Количество водорослей-индикаторов сапробности						% от общего числа таксонов индикаторов сапробности
	Сине-зеленые	Золотистые	Диатомеи	Эвгленовые	Зеленые	Всего	
X	-	-	I	-	-	I	1,23
X - O	-	-	4	-	-	4	4,94
O - X	-	-	-	-	-	-	-
O	-	I	3	-	-	4	4,94
O - β	I	-	II	I	I	14	17,28
β - O	-	-	-	-	-	-	-
β	2	I	20	2	2I	46	56,79
β - α	I	-	5	-	-	6	7,4I
α - β	-	-	-	-	-	-	-
α	-	-	6	-	-	6	7,4I
Всего	4	2	50	3	22	81	100

Примечание: X - ксеносапробность - степень наиболее чистых вод;
 O - олигосапробность - очень слабая загрязненность;
 β - бета-мезосапробность - умеренная загрязненность;
 α - альфа-мезосапробность - сильная загрязненность.

Установлено, что большинство видов является характерными для умеренно загрязненной β-мезосапробной зоны (56,79%), показателей из других зон значительно меньше (см. табл.).

В начале лета (июнь) при температуре 12,6–15,2° и необычайно высоком уровне воды средние индексы сапробности изменялись от 1,50 до 2,06:

Устье р.Томь	1,50
пос. Парабель	1,61
г.Нижевартовск	1,68
г. Сургут	2,06

В районе устья р.Томь общая численность фитопланктона составляла 218 тыс. кл/л, из которой диатомовые играли ведущую роль – 189 тыс. кл/л, а зеленых было 29 тыс. кл/л. У Сургута общая численность водорослей достигала 603 тыс. кл/л при доминировании диатомей – 545 тыс. кл/л. Следует отметить очень слабое развитие зеленых водорослей – 12 тыс. кл/л.

На данном участке Оби в начале лета структура эльгоценозов складывалась из диатомовых и зеленых водорослей. Из диатомей доминировали *O - \beta* – мезосапробы *Melosira italica*, *Asterionella formosa* и *\beta* – мезосапроб *Melosira italica var. tenuissima*, а из зеленых *\beta* – мезосапроб *Scenedesmus quadricauda*.

Осенью (конец сентября–начало октября) при температуре воды 9,7–11,8° значение индексов сапробности изменялось от 1,74 до 1,89:

Выше устья р.Томь	1,86
Ниже – " –	1,75
Колпашево	1,82
Каргасок	1,89
Старопахоркино	1,77
Нижевартовск	1,74
Сургут	1,74

На створе, расположенном ниже устья р.Томь, общая численность фитопланктона составляла 3440,6 тыс. кл/л при преобладании синезеленых. В это время на участке от устья р.Томь до пос. Каргасок отмечено "цветение" воды, которое было вызвано синезеленой *\beta* – мезосапробной водорослью *Aphanizomenon flos-aquae*, численность которой достигала 2521,2 тыс. кл/л. По-видимому, этот организм появился здесь из Новосибирского водохранилища, которое, как правило, в конце лета интенсивно "цветет" синезелеными водорослями (Куксн, 1973). Отрезок Средней Оби от пос.Каргасок до г.Сургута характеризовался увеличением численности ди-

омей, что, по-видимому, связано с понижением температуры воды до 9,7°C. У г.Сургута общая численность водорослей составляла 886,1 тыс. кл/л, где доминировали диатомовые - 2272,4 тыс. кл/л, содоминировали зеленые - 1015,7 тыс. кл/л.

В целом осенью на Средней Оби структура альгоценозов была азличной: от устья р.Томь до пос.Каргасок фитопланктон носил ине-зеленый характер, средние индексы сапробности были высокие. т пос.Каргасок до г.Сургута, напротив, фитопланктон носил ди-томовый характер и индексы сапробности были ниже. Из доминан-ов следует отметить сине-зеленые - β -мезосапроб *Aphanizome-on flos-aquae*; диатомовые - α - β -мезосапробы *Melosira ita-lica*, *Asterionella formosa*, β -мезосапробы *Melosira italica* ar. *tenuissima*, *Melosira granulata*; зеленые - β -мезосапробы *cenedesmus quadricauda*, *Pediastrum duplex*, *Dictyosphaerium ulchellum*.

Таким образом, в 1979 г. обследованный участок Средней Оби арактеризовался как умеренно загрязненный β -мезосапробный, а его фитопланктоне олигосапробы, олиго-бета-мезосапробы и β -езосапробы составили 43,5% всего состава видов индикаторов. За ериод исследования степень сапробности здесь не была постоян-ой и достигала наибольшей величины в июне. Незначительные ко-ебания индексов сапробности в течение лета и осени свидетель-твуют об удовлетворительном качестве вод Средней Оби, которые оответствуют II-III классу чистоты (Sládeček, 1973).

Литература

Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие. - В н.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: аука, 1975, с.73-87.

Унифицированные методы исследования качества вод. Методы иологического анализа вод. Ч.III. Атлас сапробных организмов. ., 1977. 228 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Методы иологического анализа вод. Индикаторы сапробности. М., 1977. I с

Куксн М.С. О периодичности развития синезеленых водорос-ей в Новосибирском водохранилище. - В кн.: Водоросли, грибы

и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири. Новосибирск: Наука, 1973, с.90-95.

Sládeček V. System of water quality from biological point of view. - *Erg. Limnol.*, 1973, vol. 7, p.1-218.

УДК 551.16

Водные ресурсы и их перераспределение. С а к с В. Н. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. — Новосибирск, 1982, с.3—6.

В связи с разработкой проекта перераспределения водных ресурсов в Среднем регионе рассматриваются основные направления научных исследований по прогнозу изменения природных условий в Сибири по определению возможного без существенного ущерба народному хозяйству и природе Западной Сибири забора воды, исследования Обь-Енисейского междуречья с целью выявления оптимального варианта прокладки Обь-Енисейского канала и т.д.

УДК 541.48/49 (571)

Географические возможности водохозяйственного освоения сибирских рек в связи с особенностями их гидрологического режима. О р л о в а Г. А., С а в к и н В. М. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. — Новосибирск, 1982, с.6—26.

Отмечается неравномерность внутригодового и территориального распределения стока рек Обь-Иртышского бассейна, что обусловлено географическими особенностями Западно-Сибирской равнины и отражает естественные соотношения между теплом и влагой. Изменение стока в результате создания водохранилищ в основном коснулись его внутригодового распределения и почти не отразились на годовых объемах стока. Ощутимые результаты регулирования стока могут быть достигнуты при создании водохранилищ в верхнем и среднем течении Оби и Иртыша и на их притоках.

Ил.3, табл.1, библиогр.46.

УДК 551.48

Некоторые особенности многолетних колебаний зимнего стока в бассейне р.Оби. Б е й р о м С. Г., В о с т р я к о в а Н. В. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. — Новосибирск, 1982, с.26—34.

Анализируются колебания зимнего стока р.Оби, которые синхронны только для Верхней и Средней Оби. Произведена оценка сред-

ней за зимний период (с ноября по март) минерализации воды величины солевого стока. От истоков Оби до г.Новосибирска наблюдается постепенное уменьшение среднего многолетнего модуля стока и увеличение минерализации воды. Ниже г.Новосибирска и с.Белогорье модули стока повышаются, соответственно снижается минерализация воды. Показано, что в результате создания водохранилища минерализация воды ниже Новосибирского гидроузла не сколько уменьшилась.

Ил. 2, табл. 2, библиогр.6.

УДК 551.495 : 481.1

К определению подземной составляющей баланса озера Чаны.

Б е л ь А. Л. Гидрологические, гидрогеологические и в дохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. - Новосибирск, 1982, с.34-43.

Рассматриваются геологические, геоморфологические и гидрогеологические условия Чановской депрессии, свидетельствующие о незначительной роли подземных вод в питании оз.Чаны, которое осуществляется только в восточной его части. Метод детального водного баланса признан наиболее перспективным для определения подземного водообмена озера.

Ил. 2, библиогр.9

УДК 630 : 551.56

К вопросу о временной изменчивости ресурсов тепла и влаги в т е ж н о м Приобье. А з ь м у к а Т. И. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. - Новосибирск, 1982, с.43-61.

Исследованы вопросы межгодовой изменчивости основных климатических показателей, определяющих ресурсы климата - суммы температур воздуха выше 10°C и суммы осадков за теплый период. На основании анализа обработанного многолетнего материала гидрометеостанций за 50 и 100 лет дана статистическая структура периодов сухих, влажных и нормальных лет по осадкам и теплых холодных по ресурсам тепла, выделена существующая региональная ритмичность колебаний этих показателей различной длительности

оведена оценка временных колебаний потеплений и похолоданий вегетационном периоде.

Ил. 6, табл. 7, библиогр .3.

(63I.44 (57I.I)

оклиматические ресурсы и их рациональное использование при определении водных запасов (на примере одного из хозяйств Западной Сибири). В о р о н и н а Л. В. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. - Новосибирск, 1982, с.61-82.

Рассматриваются вопросы агроклиматических ресурсов одного хозяйств Западной Сибири - Искитимского совхоза - с целью более рационального их использования в сельскохозяйственном производстве. Предлагается микроклиматическое районирование хозяйства, наиболее полно вскрывающее его природные и климатические ресурсы. Составлена крупномасштабная карта типов климатов, по которой выявлено, что в конкретных условиях лишь 2-3 типа климата почв благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Ил. 6, табл. 7, библиогр .II.

(582.26.

сая пробная характеристика Средней Оби по фитопланктону. Н а у - н к о Ю. В. Гидрологические, гидрогеологические и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек. - Новосибирск, 1982, с.82-86.

Приводится сапробная характеристика водоема по фитопланктону на основе альгологических исследований участка Средней Оби в годоводный 1979 г. Видовой состав представлен 147 таксонами, из которых 81 таксон является показателем степени сапробности вод. Исследованный участок реки характеризуется как β -мезосапробный, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии качества воды.

Табл. I, библиогр .5.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Сакс В.Н. Водные ресурсы и их перераспределение	3
Орлова Г.А., Савкин В.М. Географические возможности водо- хозяйственного освоения сибирских рек в связи с осо- бенностями их гидрологического режима.....	6
Бейром С.Г., Вострякова Н.В. Некоторые особенности много- летних колебаний зимнего стока в бассейне р.Оби	26
Бейзель А.Л. К определению подземной составляющей баланса озера Чаны	34
Азъмука Т.И. К вопросу о временной изменчивости ресурсов тепла и влаги в таяжном Приобье	43
Воронина Л.В. Агроклиматические ресурсы и их рациональное использование при распределении водных запасов Западной Сибири (на примере одного хозяйства)	61
Науменко Ю.В. Сапробная характеристика Средней Оби по фи- топланктону	82
Рефераты	87

Гидрологические, гидрогеологические
и водохозяйственные аспекты освоения стока сибирских рек

Сборник научных трудов

Ответственный редактор чл.-кор. АН СССР
Олег Федорович Васильев

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Технический редактор Н.Н. Александрова

Подписано к печати 31.12.82.	МН 17374.
Бумага 60×84/16. Печ.л. 5,75.	Уч.-изд.л. 5,25.
Тираж 400.	Заказ 30. Цена 40 коп.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90. Ротапринт.

Институт геологии и геофизики
СО АН СССР имеет в наличии и
высылает наложенным платежом
следующую литературу по геоло-
гии:

Магматические комплексы Восточной Сибири/ Сборник научных трудов. Отв.ред. Г.В.Поляков. Новосибирск, 1979, III с. 1руб. 10 коп.

Методика и результаты геотермических исследований/ Сборник научных трудов. Отв.ред. А.В.Ладнин. Новосибирск, 1979, 83 с. 80 коп.

Сравнительный анализ морского осадконакопления в докембрии и палеозое / Сборник научных трудов. Отв.ред. Ю.П.Казанский.Новосибирск, 1980. 148 с. I руб.30 коп.

Мезозой и кайнозой Сибири и Дальнего Востока /Сборник на-
учных трудов. Отв.ред. С.Ф.Биске. Новосибирск, 1981.114 с.1руб.

Эндеогенные рудные формации и процессы рудообразования /
Сборник научных трудов. Отв.ред. акад.В.А.Кузнецов. Новосибирск,
1981. 162 с. 1руб. 40 коп.

Геологические события антропогенного времени на территории
Сибири / Сборник научных трудов. Отв.ред. С.А.Архипов. Новоси-
бирск, 1982. 90 с. 35 коп.

Петрохимия. Аспекты петрологии и металлогении./Сборник на-
учных трудов. Отв.ред. Г.В.Поляков. Новосибирск, 1982. 152 с.
65 коп.

Василенко В.Б., Холодова Л.Д., Блинчик Т.М. Петрохимия. Ма-
тематическая статистика. Проблемы, алгоритмы, программы. Новоси-
бирск, 1982. 154 с. 65 коп.

Микроэлементы как индикаторы геологических процессов / Сбо-
рник научных трудов. Отв.ред. В.А.Бобров. Новосибирск, 1982.112 с
45 коп.

Метод согласованных оценок/ Методические рекомендации. Сос-
тавители: Дмитриев А.Н., Макаров С.В., Смертин Е.А. и др. Ново-
сибирск, 1982. 133 с. 55 коп.

Гипербазитовые ассоциации складчатых областей/ Сборник на-
учных трудов. Отв.ред. Г.В.Пинус. Новосибирск, 1982. 163 с.70 ко