

*На правах рукописи*

**РУДЫХ Сергей Витальевич**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУДОХОДНЫХ УСЛОВИЙ  
НА УСТЬЕВЫХ УЧАСТКАХ СЕВЕРНЫХ РЕК  
(на примере Ямсальского бара реки Оби)**

Специальность 05.22.17 – Водные пути сообщения и гидрография

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Санкт-Петербург – 2004**

Работа выполнена на кафедре водных путей и водных изысканий Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор Гладков Г.Л.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Ботвинков В.М.

кандидат технических наук, доцент Зернов А.В.

Ведущая организация: Проектно-изыскательский институт  
«ЛЕНГИПРОРЕЧТРАНС»

Защита диссертации состоится “ 27 “ декабря 2004 г. в 15 час. на заседании диссертационного совета Д 223.009.02 при Санкт-Петербургском государственном университете водных коммуникаций по адресу: 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская 5/7, ауд.235.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СПбГУВК.

Автореферат разослан “ 26 “ ноября 2004 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент

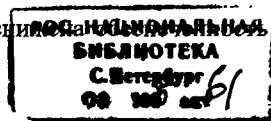


М.В. Журавлев

Актуальность темы исследования. Внутренние водные пути России являются важнейшей частью инфраструктуры государства, обеспечивающей транспортные связи 68 субъектов Российской Федерации, а также экспортно-импортные перевозки в прямом водном сообщении в 670 портов 45 стран Европы, Азии и Африки. Особенно велико их значение для хозяйственной и культурной жизни Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Протяженность используемых для судоходства внутренних водных путей России в настоящее время составляет около 100 тыс. км. Для грузоперевозок, осуществляемых водным транспортом, используются, в основном, реки, находящиеся в свободном состоянии (они составляют более 80 % от протяженности всех водных путей в стране). Для поддержания их в эксплуатационном состоянии и обеспечения безопасного судоходства необходимо ежегодно осуществлять комплекс путевых работ, основными составляющими которого являются дноуглубление и выправление.

Главное место в транспортном обеспечении Западной Сибири занимают водные пути севера Тюменской области, используемые для доставки грузов в районы газонефтедобычи. Суровые климатические условия и отсутствие других видов транспорта предъявляют высокие требования к работе путейцев Обь-Иртышского бассейна, т.к. за короткий навигационный период необходимо создать условия для завоза значительных объемов грузов. До 90-х годов судоходные глубины на транзите постоянно увеличивались в результате проведения на реках и устьевых участках интенсивного дноуглубления. В последующее десятилетие, в связи с недостаточным финансированием, выделяемым на содержание водных путей, объемы транзитного землечерпания существенно сократились, а на отдельных участках дноуглубление совсем не проводилось. К настоящему времени уменьшились габариты судовых ходов, снижались проектные уров-



ней путевых работ. Глубины на перекатах достигли своих бытовых значений, которые они имели до начала выполнения работ по транспортному освоению районов газонефтедобычи.

Основной поток грузов в Ямало-Ненецком автономном округе доставляется водой – по реке Оби, через Обскую и Тазовскую губы, и, далее, вверх по рекам Надьм, Пур и Таз. Для транспортных целей эпизодически используются малые реки, впадающие в Обский эстуарий.

Река Обь с притоками и Обская и Тазовская губы с впадающими в них реками являются жизненно важными артериями для развития экономики Ямало-Ненецкого автономного округа. Особое значение эти водные пути приобретают в настоящее время, когда на территории Ямало-Ненецкого округа активизировалась работа по добыче газа и нефти. В общей прогнозной оценке Западно-Сибирская низменность является уникальной нефтегазоносной провинцией России. Предполагается организация добычи редких и цветных металлов. Промышленная разработка природных богатств ставит перед речниками серьезную задачу – обеспечение своевременной доставки грузов в обоих направлениях с выходом на магистраль Северного Морского Пути через Обскую губу. Для этого потребуются флот большой грузоподъемности, что в свою очередь требует улучшения судоходных условий на водных путях Обского Севера.

Федеральная целевая программа "Модернизация транспортной системы России на 2002-2010 годы" предусматривает увеличение объемов перевозок грузов в районы Сибири и Крайнего Севера в связи с наращиванием добычи углеводородного сырья, освоением новых месторождений, переводом скважин на механизированный способ добычи нефти и вахтовый метод их обслуживания. Смещение районов добычи газа в Приобье ставит задачу развития водных путей региона как составную, неотъемлемую часть общей программы развития судоходства по Северному морско-

му пути. При этом имеется в виду, что единовременные затраты на освоение одного километра речного пути в сравнении со смежными видами транспорта несопоставимо меньше.

Устьевые бары рек Оби, Надыма, Пура и Таза являются наиболее затруднительными участками судоходных путей Ямало-ненецкого автономного округа, осложняющими своевременную доставку массовых грузов для обеспечения жизнедеятельности населенных пунктов Обского Севера и нужд нефтегазодобычи. Поэтому тема настоящего диссертационного исследования является весьма актуальной.

Цель работы и задачи исследований. Целью диссертационной работы является разработка рекомендаций по обеспечению судоходных условий на устьевых участках северных рек. Конкретным приложением диссертационной работы является разработка рациональной судоходной трассы через Ямсальский бар Обской губы и ее инженерное обоснование по сравнению с существующим ходом через Надымский бар.

#### Научная новизна

1. На основе анализа материалов натуральных и экспериментальных исследований арктического эстуария реки Оби выполнено современное гидрографическое описание района исследований. Оценено распределение расходов воды в устьевой области реки Оби.

2. Установлены факторы, определяющие устойчивость судоходной трассы на Ямсальском баре. Разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости судоходной трассы.

3. На основе анализа ветро-волнового режима в южной части Обской губы разработаны рекомендации по составлению прогноза судоходных глубин на Ямсальском баре в зависимости от характеристик ветра.

4. Разработаны основные принципы организации путевых работ на устьевых участках северных рек с целью обеспечения судоходных условий.

На защиту выносятся:

1. Результаты натурных исследований характеристик стока и русловых переформирований на устьевых участках северных рек.

2. Рекомендации по обеспечению судоходных условий на Ямсальском баре Обской губы.

3. Принципы организации путевых работ по обеспечению судоходных условий на устьевых участках северных рек.

Практическая значимость и реализация результатов исследований.

Разработанные положения диссертационной работы и рекомендации по организации и проведению путевых работ предназначены для проектирования коренного улучшения судоходных условий на устьевых участках северных рек. Особое значение использование этих рекомендаций приобретает в современных условиях в связи с проводимой реформой управления внутренними водными путями и оптимизацией бюджетного финансирования на их содержание.

Результаты исследований автора диссертационной работы использовались при проведении проектных проработок, выполненных по заказу Обь-Иртышского ГБУВПиС при разработке рекомендаций по обеспечению судоходных условий на Ямсальском баре реки Оби.

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе при подготовке студентов на гидротехническом факультете СПГУВК по специальностям 290400 “Гидротехническое строительство” и 320600 “Комплексное использование и охрана водных ресурсов”, а также в рамках обменов научно-технической информацией, проводимых по линии Росморречфлота Минтранса РФ, Минобрнауки РФ и Минприроды РФ.

Апробация работы. На разных этапах работы результаты диссертационного исследования были представлены и докладывались автором на конференциях профессорско-преподавательского состава и научно-методических конференциях, проводимых в СПГУВК; на XVI пленарном межвузовском координационном совещании по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов; на конференции по безопасности жизнедеятельности на водном транспорте Сибири и Якутии; на международной практической конференции – Безопасность водного транспорта.

Публикации. По результатам исследований автором опубликовано 5 печатных трудов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка использованной литературы и трех приложений. Основное содержание работы составляет 142 страницы, включая 34 рисунка и 16 таблиц; список литературы содержит 151 наименование.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы, сформулированы цели и задачи диссертационного исследования. В диссертационной работе рассматриваются вопросы улучшения судоходных условий на транзитном участке Обской губы с целью обеспечения безопасности плавания, сокращения протяженности водного пути и снижения эксплуатационных расходов на содержание водных путей.

Схема устьевой области реки Оби показана на рис. 1.

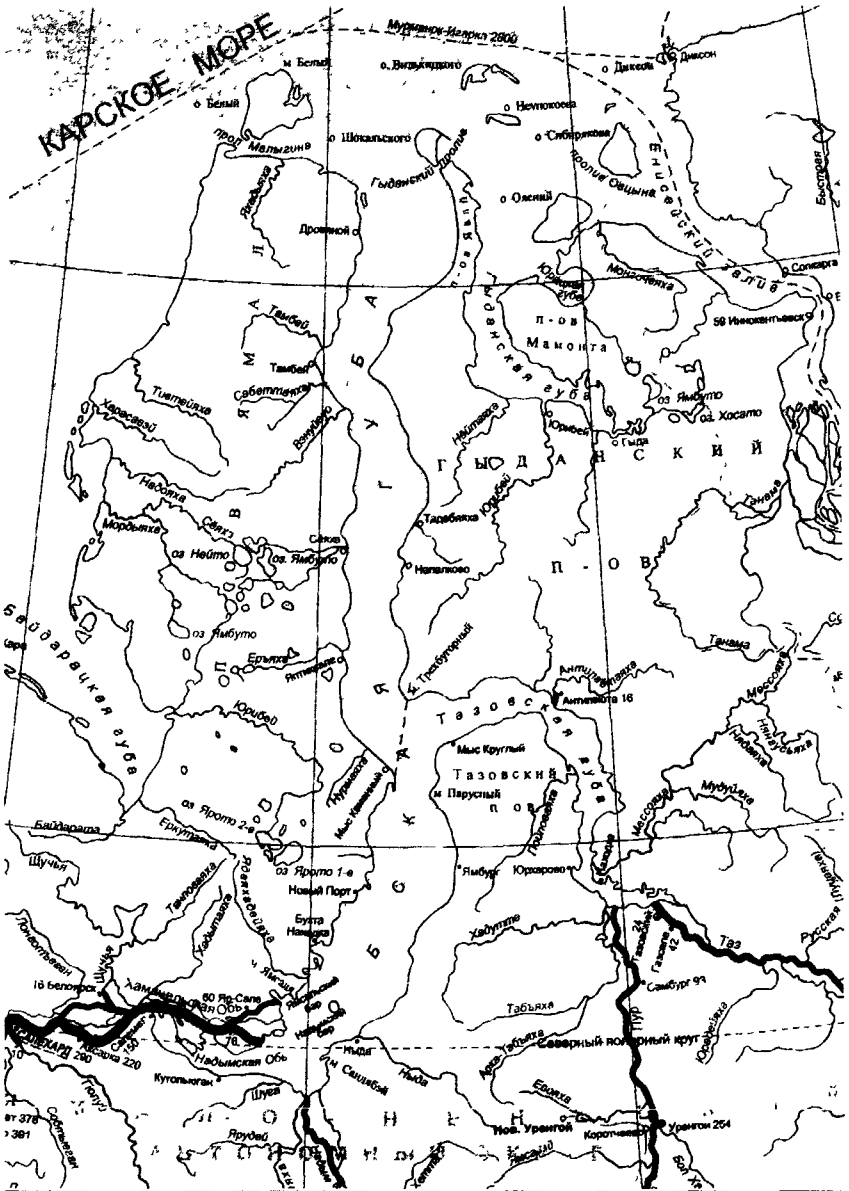


Рис. 1. Схема устьевой области р. Оби



Первая глава диссертации содержит сведения по русловому режиму устьевых участков с краткой гидролого-морфологической характеристикой устьев крупных арктических рек Российской Федерации, выполненной на основе анализа результатов исследований Антонова В.С., Байдина С.С., Берковича К.М, Бутакова А.Н., Виноградовой Т.А., Иванова В.В., Кортаева В.Н., Михайлова В.Н., Самойлова И.В., Федорова М.К., Хмызникова П.К., Чалова Р.С., а так же материалов собственных исследований автора. Отмечены главные лимитирующие факторы, являющиеся причиной затруднений транзитного судоходства в устьях арктических рек. Изложена история гидрографического изучения и судоходного освоения Обско-Тазовской губы и низовьев реки Оби.

Первые документальные подтверждения о гидрографических исследованиях и судоходном освоении Обско-Тазовского эстуария относятся к началу XVII века. Значительный вклад в свое время внесли систематические гидрографические исследования Великой Северной Экспедиции (1733-1744 гг.), охватившие зону Обской губы и прилегающих к ней подходов. Эти материалы были дополнены в период деятельности Управления по обеспечению кораблевождения в устьях сибирских рек и Карском море («Убеко-Сибирь») гидрографического управления Рабоче-крестьянского военноморского флота (1919-1933 гг.). С момента организации управления Северного Морского пути при СНК СССР гидрографическое обслуживание южной части Обской губы от мыса Каменного и Тазовской губы осуществляет Салехардский район водных путей и судоходства Обь-Иртышского государственного бассейнового управления водных путей и судоходства (1934-2002 гг.). С 1975 года натурные исследования в Обско-Тазовской губе и на устьевых участках северных рек проводит Западно-Сибирская экспедиция СПГУВК (ЛИВТа).

В данном разделе диссертации выполнен анализ процесса заносимости дноуглубительных прорезей с учетом последних данных теоретических и натурных исследований кафедры водных путей и водных изысканий СПГУВК. Основными факторами, обуславливающими заносимость прорезей на устьевых участках судоходных рек, являются: перемещение верхового уступа; уполаживание боковых откосов прорези; развитие песчаных гряд на дне прорези; отложение русловых наносов, вызванное снижением транспортирующей способности потока; перемещение в прорезь наносов морского происхождения в результате ветро-волнового воздействия. Наличие этих факторов может потребовать в дальнейшем проведения ремонтных работ для обеспечения судоходных глубин на устьевом баре. Дать количественную оценку степени влияния каждого из факторов на процесс заносимости дноуглубительных прорезей на баровых участках в настоящее время представляется затруднительным в виду сложности процессов, протекающих в устьевой области реки, и недостаточности материалов натурных исследований этой проблемы.

Во второй главе диссертационной работы обобщены материалы гидрографических, гидрологических и метеорологических исследований устьевой области реки Оби. В результате установления связей между гидрометеорологическими характеристиками и уровнями воды в южной части Обской губы получены расчетные рекомендации по прогнозированию уровней воды на Ямсальском баре. По результатам гидрографических исследований, выполненных при участии автора детально изучена современная гидроморфологическая ситуация на Ямсальском баре. На основе анализа материалов экспедиционных изысканий 2002-2003 годов и исследований Антонова В.С., Бутакова А.Н, Гилярова Н.П., Дегтярева В.В., Зернова А.В., Иванова В.В., Михайлова В.Н., Пискуна А.А., Федорова М.К и др. дано описание состояния водных путей Обского эстуария и проана-

лизировано состояние глубин на Ямсальском и Надымском барах.

Основной вопрос, который сегодня интересует практиков, заключается в том, в какой мере водные пути округа в настоящее время отвечают требованиям безопасного и бесперебойного движения транспортного и промыслового флота. Габаритные размеры судового хода на водных путях Ямало-ненецкого автономного округа поддерживаются в основном за счет маневрирования знаками навигационного ограждения. На некоторых судоходных участках, благодаря специфике гидрологического режима в устьевой области, этого оказывается недостаточно.

Река Обь на участке от пр. Нурик до Ямсальского и Надымского баров судоходна в течение всей навигации и не требует углубления русла. В свою очередь, устьевые бары – большие отмели, образовавшиеся при выходе в Обскую и Тазовскую губы, и выходящие далеко вглубь залива или бухты, являются серьезными препятствиями для судоходства.

Уровни воды и глубины на барах, достаточные для свободного прохода судов, поддерживаются только в первой половине навигации. После освобождения Обской губы ото льда, что обычно происходит в середине августа, глубины судового хода на барах целиком находятся во власти сгонно-нагонных явлений. Анализ данных наблюдений за уровнями воды на Ямсальском баре показывает, что ветры северных румбов являются в большинстве своем нагонными, а южных румбов – сгонными. Сгоны и нагоны воды на барах достигают значительной величины. Максимальная величина нагона на Ямсальском баре достигает 4.0 м, сгона – 1,5 м.

Изменение положения уровня воды под действием сгонных и нагонных ветров происходит довольно быстро. Так, например, по данным наблюдений на гидрологическом посту Ямсальского бара 17 августа 1972 г., уровень воды под действием ветра северо-восточного направления с 8<sup>00</sup> до 16<sup>00</sup> местного времени поднялся на 330 см.

В осенние месяцы навигации, особенно в октябре, на Ямсальском баре преобладают сгоны уровней воды. В этот период навигации суда транспортного флота часто простаивают на подходах к бару в ожидании повышения отметок уровней воды, что в итоге отрицательно сказывается на экономических показателях работы флота.

В низовьях река Обь разделяется на два рукава – Хаманельскую и Надымскую Обь (рис.2). Надымская Обь при выходе на бар имеет глубину примерно на 80 – 90 см больше, чем на Ямсальском баре. Поэтому в период стояния низких уровней воды флот может проходить через Надымскую Обь. Однако следует отметить, что условия судоходства в рукаве Хаманельская Обь намного лучше, чем в Надымской Оби. Достаточные глубины на всем протяжении до Ямсальского бара, отчетливо выраженные коренные берега, которые могут служить для ориентации судоводителей, большая степень укрытости от ветров – все эти условия являются предпосылками к тому, чтобы Хаманельская Обь была избрана основным судоходным рукавом на нижней Оби.

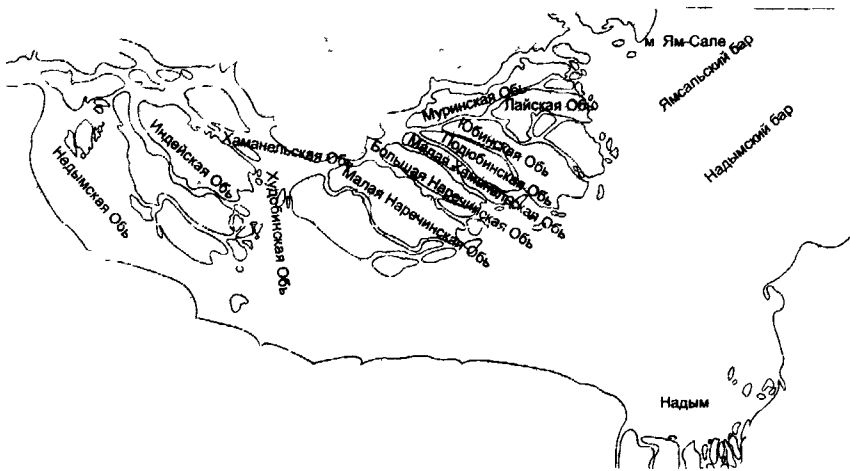


Рис. 2. Схема дельты р. Оби

Река Обь разделяется на два рукава на расстоянии примерно в 160 км от устья. Для того чтобы судоводитель мог своевременно решить вопрос, каким рукавом ему следовать, он должен быть заранее информирован о том, какие глубины будут на баре в момент подхода судна. В связи с этим возникает проблема получения краткосрочных прогнозов направления и силы ветров, и связанных с ними значений судоходных глубин на Надымском и Ямсальском барах. В результате выполненной обработки материалов наблюдений на метеостанциях, расположенных на м. Каменный и в бухте Новый порт, а также путем установления связей между силой и направлением ветра и горизонтами уровней воды на Ямсальском баре, прогноз судоходных глубин на Ямсальском баре в зависимости от метеословий в южной части Обской губы становится достоверным.

Анализируя состояние глубин и уровней воды за период 1955-1982 гг. на Ямсальском и Надымском баре можно отметить, что без проведения работ по углублению бара, суда с осадкой 240 см, могут работать на этом участке в среднем около 65 % от продолжительности навигации. Учитывая сравнительно короткий срок безледового периода в Обско-Тазовской губе (в среднем около 3 месяцев), этого времени оказывается недостаточно для доставки всех запланированных к перевозке грузов в северные районы Тюменской области. Поэтому, наряду с реализацией мероприятий организационно-управленческого характера и повышением качества диспетчерского регулирования работы флота, необходимо предусматривать комплекс инженерных мероприятий по коренному улучшению судоходных условий на Ямсальском баре и регулированию характеристик стока в нижнем течении Оби.

Третья глава диссертации посвящена расчетному обоснованию дноуглубительных прорезей, разрабатываемых на барах судоходных рек. Математическое моделирование устьевых участков реки Оби выполнялось в одномерной и плановой постановках с использованием современных численных методов расчетов. В результате выполненного моделирования бы-

ли определены условия, при которых происходит размыв гребня бара за счет энергии водного потока, и, на этой основе, разработаны рекомендации по обеспечению судоходных глубин на Ямсальском बारे.

Для численного моделирования характеристик движения воды и транспорта наносов в нижнем течении реки Оби использовалась система уравнений движения, неразрывности и деформаций. В одномерной постановке она записывается в виде

$$\begin{aligned}
 I &= -\frac{\partial Z}{\partial l} = \frac{U^2}{C^2 H} + \frac{(1-\xi)}{2g} \frac{\partial U^2}{\partial l} + \frac{1}{g} \frac{\partial U}{\partial t} \\
 \frac{\partial Q}{\partial l} + \frac{\partial \omega}{\partial t} &= 0 \\
 \frac{\partial Q_s}{\partial l} + (1-\varepsilon)B \frac{\partial Z_0}{\partial t} &= 0,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где:  $I$  – уклон свободной поверхности;  $Z$  – отметка свободной поверхности, м;  $l$  – продольная координата, м;  $U$  – средняя скорость течения, м/с;  $C$  – коэффициент Шези, м<sup>1/2</sup>/с;  $H$  – средняя глубина потока, м;  $\xi$  – коэффициент местных сопротивлений;  $g$  – ускорение силы тяжести, м<sup>2</sup>/с;  $t$  – время, с;  $Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $\omega$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $Q_s$  – расход наносов, м<sup>3</sup>/с;  $\varepsilon$  – пористость грунта;  $B$  – ширина русла, м;  $Z_0$  – средняя отметка дна, м.

Система уравнений решалась методом конечных разностей.

На первом этапе необходимо было установить бытовое распределение расходов воды по рукавам в дельте реки Оби. Учитывая, что материалов натурных измерений для этого недостаточно, решение задачи было получено расчетным путем. При этом, исходные значения модулей сопротивления рукавов в виде  $a_j = \sqrt{\Delta Z} / Q_j$ , используемые для верификации математической модели, были установлены по материалам экспериментальных исследований, выполненных Н.П. Гиляровым на аэродинамической модели (ЛИИВТ, 1963). Современное распределение расходов воды по рукавам дельты было получено на основе материалов измерений, вы-

полненных автором в навигацию 2003 года. Эти данные использовались далее для выполнения расчетов распределения расходов воды в зимний период времени и проектных проработок по оценке перераспределения стока в нижнем течении Оби. Расчетная схема распределения расходов воды по рукавам дельты р. Оби показаны на рис.3.

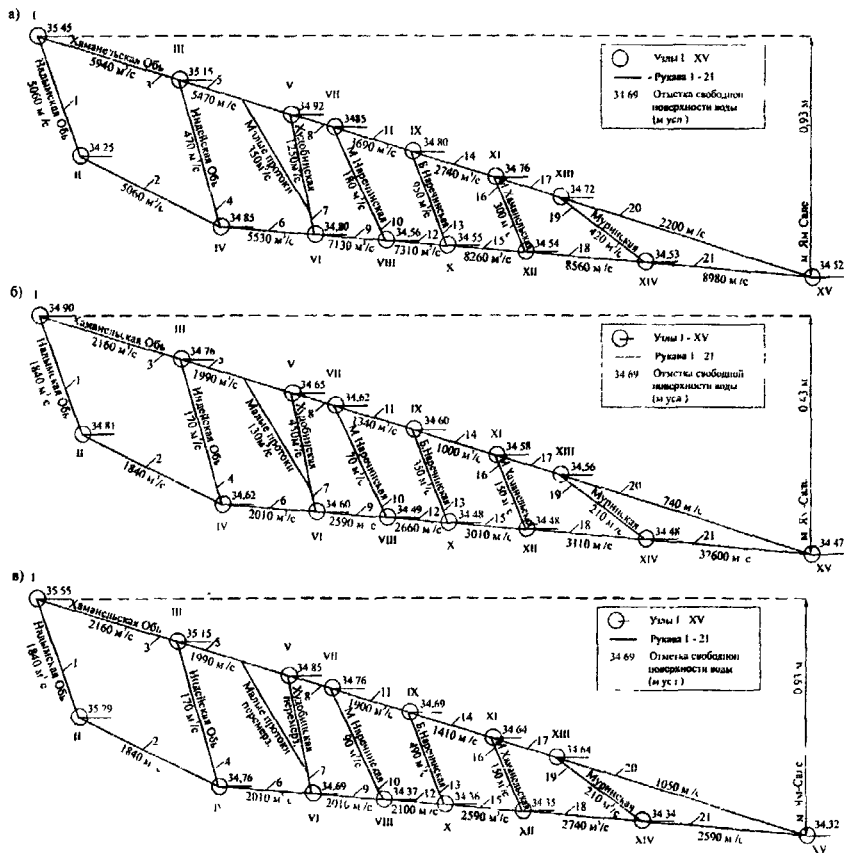


Рис. 3. Расчетная схема распределения расходов воды по рукавам дельты Оби:

- а – при расходе воды  $Q=11000 \text{ м}^3/\text{с}$ ; б – при расходе воды  $Q=4000 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  
в – при расходе воды  $Q=4000 \text{ м}^3/\text{с}$  при максимальной толщине льда

Для расчета русловых переформирований, происходящих под действием текущей воды в период открытого русла и подо льдом, использовалась модифицированная формула расхода наносов Л. Ван Рейна в виде

$$Q_s = A Q_{Fr}^{2.4} \sum_{i=1}^n \beta_i \left( \frac{1 - \sqrt{\xi_i \cdot \Theta_{ci} / \mu \theta_i}}{\sqrt{\Delta}} \right)^{2.4} \times 2650, \text{ [кг/с]} \quad (2)$$

Критическое значение коэффициента подвижности  $i$ -ой фракции грунта  $\Theta_{ci}$  в этой формуле вычислялось по расчетной зависимости, полученной Г.Л. Гладковым (1996) на основе материалов экспериментальных исследований В.С. Кнороза. Неоднородность частиц грунта донных отложений и изменение, вследствие этого, условий сдвига частиц грунта на дне, учитывались с использованием коэффициента  $\xi_i$ , определяемого по формуле И.В. Егизарова (1965). Значение параметра  $\mu$  вычислялось в соответствии с рекомендациями Мейер-Петера и Мюллера (1948).

Плановая задача гидравлики математически описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений Сен-Венана. Для дискретизации уравнений планового движения применяется метод конечных элементов (МКЭ). Используемая в работе система уравнений планового движения, неразрывности и деформаций записывается в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + \alpha_0 U \frac{\partial U}{\partial x} + \alpha_0 V \frac{\partial V}{\partial y} &= g i_0 - g \frac{\partial}{\partial x} (z_0 + h) - g \frac{U^2}{C^2 h} \sqrt{1 + \frac{V^2}{U^2}} \\ \frac{\partial V}{\partial t} + \alpha_0 U \frac{\partial V}{\partial x} + \alpha_0 V \frac{\partial V}{\partial y} &= -g \frac{\partial}{\partial y} (z_0 + h) - g \frac{V^2}{C^2 h} \sqrt{1 + \frac{U^2}{V^2}} \quad (3) \\ \frac{\partial h U}{\partial x} + \frac{\partial h V}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial t} &= 0 \\ (1 - \varepsilon) \frac{\partial}{\partial t} (z_0) + \frac{\partial q_{sx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{sy}}{\partial y} &= 0 \end{aligned}$$



Она замыкается путем задания данных, характеризующих рельеф дна  $Z_{0(x,y,t)}$ , функции коэффициента Шези  $C_{(x,y,t)}$  и функции расхода наносов  $q_{S(x,y,t)}$ . В результате ее решения с заданными начальными и граничными условиями определяются значения составляющих средней на вертикали скорости течения, отметки свободной поверхности и отметки дна в любой точке плана течения в любой момент времени. Эффективная дискретизация исходной системы уравнений получена в результате использования неравномерных нерегулярных сеток на основе треугольных изопараметрических элементов первого и второго порядков со сгущением узлов в местах предполагаемых больших градиентов скоростей и интенсивных деформаций (А.Н. Милитеев, В.В. Беликов, 1984).

Результаты численного моделирования показывают, что на баровом участке можно достигнуть увеличения судоходной глубины за счет энергии самого водного потока. Для этого необходимо увеличить расход воды, проходящий через устьевой створ в зимний период времени, путем частичного перекрытия несудоходных протоков запрудами в нижних звеньях гидрографической сети.

Гребень бара не должен промерзнуть в зимний период времени. Этого можно достигнуть разработкой судоходного канала через гребень бара с глубиной, превышающей толщину льда на баре, и являющегося искусственным продолжением баровой бороздины. В связи с промерзанием мелководных крыльев бара зимой, весь поступающий на устьевой бар расход воды будет сосредоточен в баровой бороздине. При увеличении расхода воды в устьевом створе реки скорости течения в судоходной бороздине возрастают до размывающих значений, и, в результате, происходит углубление дна по линии судового хода.

Расчеты, выполненные для Ямсальского бара, показывают, что при частичном перекрытии несудоходной протоки Мурунская Обь размыв ис-

кусственного канала на гребне бара за два последних месяца ледового периода может достигать 100-120 см по вертикали. Результаты расчетов средних скоростей течения и деформаций на Ямсальском баре при максимальной толщине льда показаны на рис. 4, 5.

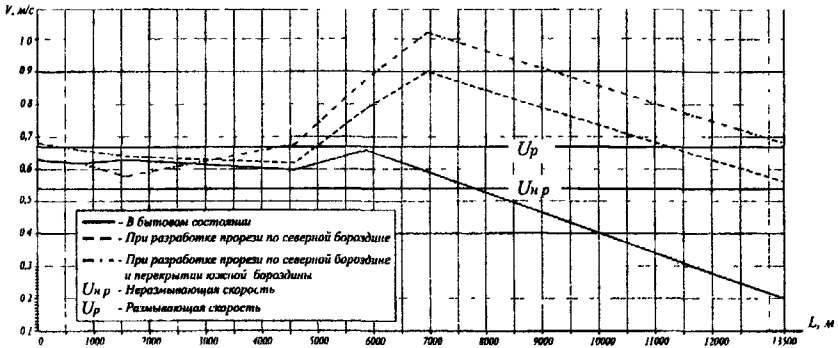


Рис. 4. Продольный профиль средних скоростей течения в северной бороздине Ямсальского бара при максимальной толщине льда

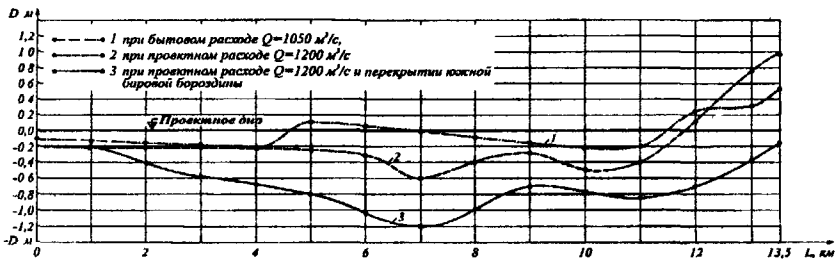


Рис. 5. Деформации дна в северной бороздине Ямсальского бара при максимальной толщине льда

Четвертая глава диссертации посвящена вопросам оценки устойчивости судоходных дноуглубительных прорезей через устьевые бары. Даны рекомендации по обеспечению судоходных условий на барах арктических рек. Разработаны рекомендации по увеличению габаритов судового хода, повышению их устойчивости и обеспечения безопасности движения

транспортного флота. Приведена проработка глубоководной судоходной трассы через устьевой участок реки Оби по материалам гидрографических исследований автора в составе Западно-Сибирской экспедиции СПГУВК.

В данном разделе диссертационной работы обосновывается перенос судового хода с Надымского на Ямсальский бар. В настоящее время судовый ход в устье реки Оби проходит через Надымский бар, однако, для создания глубоководной трассы с гарантированной глубиной 3,5 м более предпочтительным является Ямсальский бар. Это объясняется следующими соображениями.

Во-первых, ориентировочные объемы землечерпательных работ на Ямсальском баре на 5,6 млн. м<sup>3</sup> меньше, чем на Надымском. Во-вторых, протяженность судового хода сокращается на 72 км по сравнению с существующим судовым ходом через Надымский бар. И, наконец, в-третьих, обеспечивается безопасность прохождения судов под прикрытием западного берега от преобладающих в навигационный период ветров северо-западных направлений. Целесообразность углубления Надымского бара в настоящее время ограничивается глубиной 300 см.

По материалам гидрографических исследований автора в составе Западно-Сибирской экспедиции СПГУВК, выполненных в навигацию 2003 года, и, исходя из условий минимального объема землечерпательных работ, были намечены два основных варианта расположения судоходной трассы на Ямсальском баре. Первый вариант – судовый ход проходит по северной баровой бороздине; второй вариант – по южной баровой бороздине. На основе проведенного исследования сделан выбор трассы судового хода на Ямсальском баре в пользу разработки дноуглубительной прорези через северную баровую бороздину. Схема вариантов обеспечения судоходных условий на Ямсальском баре показана на рис. 6.

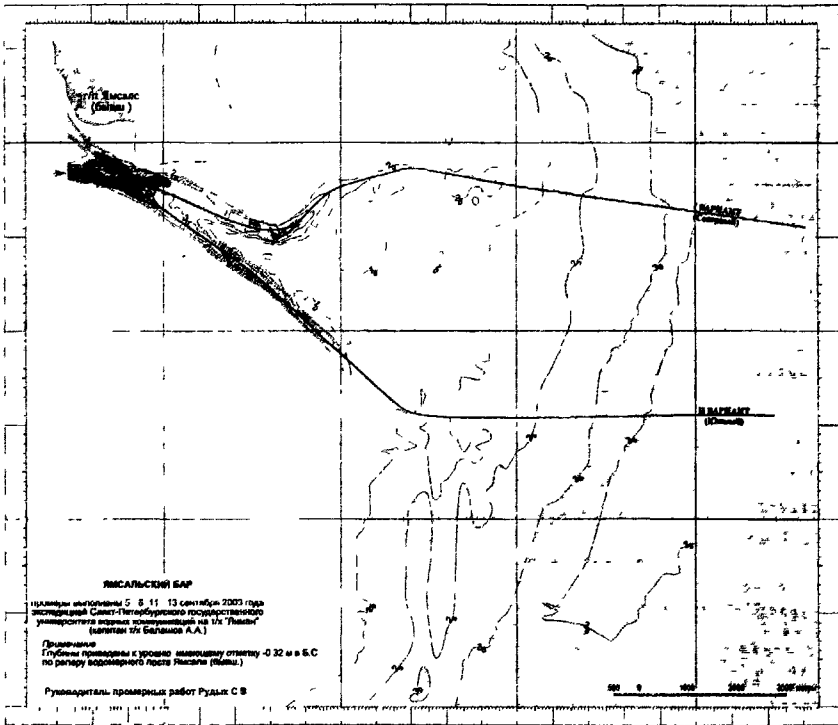


Рис. 6. Схема вариантов обеспечения судоходных условий на Ямальском баре

В заключении приведены результаты выполненной диссертационной работы. Основные полученные результаты и рекомендации диссертационного исследования можно сформулировать следующим образом:

1. История освоения водных путей Обского Севера показывает, что этот регион исключительно богат природными ресурсами и уже более трехсот лет является объектом пристального внимания со стороны центральных властей Российского государства. Вместе с тем, гидрологическая и гидрографическая изученность бассейна Обско-Тазовского эстуария до

настоящего времени остается слабой и требует своего дальнейшего развития с использованием новых технических средств и современных методов проведения полевых исследований.

2. Устьевые участки северных рек имеют определенную специфику, обусловленную особенностями гидрометеорологического режима формирования и развития баровых участков. Это связано с суровыми климатическими характеристиками региона, большой продолжительностью зимнего периода, наличием сезонной и вечной мерзлоты в нижнем течении рек, спецификой гидрологического режима и русловых преформирований.

3. Основной гидроморфологической характеристикой нижней Оби является наличие двух основных судоходных рукавов – Хаманельской Оби и Надымской Оби, соединяющихся множеством спрямляющих рукавов и протоков. Протяженность Хаманельской Оби меньше, и по длине реки от узла разветвления этот рукав постепенно перераспределяет расход воды в пользу Надымской Оби.

4. Гидрографические исследования, выполненные в нижнем течении Оби, показали, что за период с 1939 по 2003 годы доля расхода воды в истоке рукава Хаманельская Обь увеличилась с 54% до 62%. В устьевом створе на Ямсальском баре расход воды практически не изменился с течением времени и составляет около 10 % от общего расхода воды в реке. Эти данные свидетельствуют о том, что за прошедший период возросла пропускная способность боковых рукавов и протоков, перераспределяющих расход воды в пользу Надымской Оби.

5. Основным фактором, обуславливающим русловые деформации на Ямсальском баре, является речной сток. Волновое воздействие уполоаживает формы подводного рельефа. Приливно-отливные и сгонно-нагонные явления обеспечивают деформации бара в плане. В зимний период на деформации бара основное влияние оказывает толщина ледяного покрова.

6. Анализ русловых переформирований на Ямсальском баре за период с 1985 по 2003 годы показывает, что на баре произошло общее повышение отметок дна. При этом правая борозда спрямила свое русло. Глубина на судовом ходу уменьшилась здесь с 2.5 до 1.5 метров. За этот же период времени плановые очертания левой борозды изменились мало. Судходные глубины по линии наибольших глубин в ней также уменьшились, в среднем на величину около 0.5 метра. Наблюдается тенденция к выдвигению бара в сторону Обской губы.

7. Анализ данных одновременных наблюдений за уровнями воды по г/п Ям – Сале и г/п Ныда позволил установить соответствующие связи при различных гидрометеорологических условиях в южной части Обской губы. Эти данные предлагается использовать для составления краткосрочных прогнозов уровней и судходных глубин на Ямсальском баре.

8. Разработаны рекомендации по обеспечению судходных условий на Ямсальском баре. Для этого необходимо выполнить землечерпательные работы по линии северной – левой судходной бороздины с укладкой отвала грунта в емкость южной – правой бороздины. Для увеличения доли расхода воды в полосе судходной прорези в зимний период предлагается частичное перекрытие отдельных несудходных рукавов запрудами в нижних звеньях гидрографической сети дельты реки Оби.

По теме диссертации автором опубликованы следующие работы:

1. Обеспечение судходных условий на баровых участках северо-востока Якутии // XVI пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозийных, русловых и устьевых процессов -СПб., 2001. –С. 248-250.

2. Гидрологические и судходные особенности низовьев реки Оби // Безопасность водного транспорта. Труды международной практической

конференции, посвященной 300 – летию Санкт-Петербурга. Т 2, -СПб., 2003. -С. 139-141.

3. Гидрографическая изученность и судоходное освоение Обской и Тазовской губ // Безопасность жизнедеятельности на водном транспорте Сибири и Якутии. -Новосиб., 2003. –С. 126-133.

4. Проблемы судоходства на Ямсальском бере р. Оби // Безопасность жизнедеятельности на водном транспорте Сибири и Якутии. -Новосиб., 2003. –С. 133-136.

5. Математическое моделирование устьевого участка реки Оби // Прикладная математика Сб. научн. трудов / Под ред. Кулибанова Ю.М., Голоскокова Д.П. –СПб., 2004. С.10-16 (в соавторстве).

Печатается в авторской редакции

---

Подписано в печать 25.11.04. Сдано в производство 25.11.04.  
Лицензия № 000283 от 19.10.98. Формат 60x84 1/16 Усл.-печ. 1,33.  
Уч.-издл. 1,15. Тираж 100 экз. Заказ № 363

---

Отпечатано в ИПЦ Ф ГОУ ВПО СПГУВК  
198035, Санкт-Петербург, Межевой канал, 2

2006-4

2516

№ - 1503