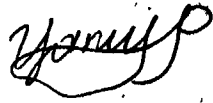


На правах рукописи



**Цатурян Грант Грантович**

**Совершенствование методов улучшения судоходных  
условий на многорукавных участках рек**

Специальность 05.22.17 – Водные пути сообщения и  
гидрография

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

Новосибирск 2003

Работа выполнена в Новосибирской государственной академии  
водного транспорта.

Научный руководитель – Владимир Михайлович Ботвинков  
доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Дегтярёв Владимир Владимирович  
доктор технических наук, профессор;  
Сусликов Евгений Иванович  
кандидат технических наук.

Ведущая организация - Обское государственное бассейновое управле-  
ние водных путей и судоходства.

Защита состоится "5" декабря 2003 г. в 14<sup>00</sup> часов (ауд. 227)  
на заседании диссертационного совета Д 223.008.02 при Новосиби-  
рской государственной академии водного транспорта по адресу: 630099,  
г. Новосибирск, ул. Щетникова, 33 (тел/факс (383-2); 22-49-76. E-mail:  
ese@nsawt.hut.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирской го-  
сударственной академии водного транспорта.

Автореферат разослан "4" ноября 2003г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Т.Н. Михайлова

2003-А  
17362

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

### Актуальность диссертационной работы.

Протяженность разветвлённых русел России составляет 30-35% от общей длины судоходных рек России, на реках Сибири и Дальнего Востока - 57-62%.

Разработка мероприятий по коренному улучшению судоходных условий на многорукавных участках рек является одной из сложных проблем в теории и практике путевых работ. Её решением занимались многие исследователи: Алабян А.М., Барышников Н.Б., Ботвинков В.М., Винокуров Ю.И., Водарский Н.Е., Гришанин К.В., Дегтярев В.В., Кондратьев Н.Е., Маккавеев Н.И., Попов И.В., Снитченко Б.Ф., Чалов Р.С., Чернов А.В., Чернышов Ф.М., Чоу В.Т., и др.

Большинство исследований основаны на классификации ГТИ (Попов И.В. 1965, Кондратьев Н.Е. и др. 1982), в которой многорукавные участки были представлены только пойменной, русловой и устьевой многорукавностью. Практика показала, что для многорукавных участков необходим более дифференцированный подход в связи с их многообразием.

В классификации МГУ (Маккавеев Н.И., Чалов Р.С.) многорукавные участки описаны достаточно подробно с учётом гидроморфологических особенностей участков. Отсюда - актуальной проблемой является переход от классификации ГТИ к классификации МГУ и разработка на её основе методов коренного улучшения судоходных условий. При этом изменяются и требования к проектированию путевых мероприятий со стороны природоохраняющих органов.

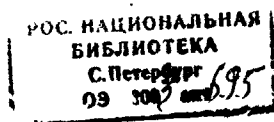
### Цель диссертационной работы.

Целью работы является разработка и уточнение типовых схем коренного улучшения судоходных условий на многорукавных участках на основе классификации МГУ, определение состава и усовершенствование методов расчётного обоснования с учётом экологических требований.

### Основные задачи исследования.

Для достижения цели диссертационной работы должны быть решены следующие задачи:

- уточнение существующих и формулирование новых требований и принципов для улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек;
- разработка типовых схем коренного улучшения судоходных условий на основе классификации МГУ;



- обоснование расчётной методики определения руслоформирующего расхода на многорукавных участках рек;
- исследование перераспределения твёрдого стока на участках деления потока;
- совершенствование методов трассирования судовых ходов с учётом типа руслового процесса и протяженности многорукавного участка;
- оценка влияния путевых работ на экологические условия многорукавных участков.

#### Научная новизна.

На основе обобщения накопленного опыта выправления многорукавных участков уточнены и дополнены типовые схем в соответствии с морфодинамической классификацией МГУ; определён необходимый состав расчётного обоснования путевых мероприятий по коренному улучшению судоходных условий для всех типов схем; впервые разработана методика определения руслоформирующего расхода для многорукавных участков рек; получен критерий определения оптимального соотношения расходов воды на участках деления потока, обеспечивающий уменьшение твёрдого стока в судоходном рукаве; на основе натуральных данных получена зависимость для определения длины стабильного плеча на участках сопряженных разветвлений.

#### Практическая ценность.

Использование результатов работы позволит повысить эффективность коренного улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек.

#### Внедрение результатов.

Основные результаты работ внедрены на реках Обского бассейна, при коренном улучшении судоходных условий на р. Катунь в районе автодорожного моста (9 - 12км) и на реке Кеть в районе р.п. Белый Яр (255- 260 км.)

#### Апробация работы.

Основные результаты исследований докладывались и получили положительную оценку на юбилейной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и инженерных работников речного транспорта и других отраслей, посвященной 50 летию НГАВТ (Новосибирск 2001); Межвузовском научно координационном совете по проблемам эрозийных, русловых и устьевых процессов (Новосибирск, 2001; Барнаул, 2003); научно-технических конференциях профессорско - преподавательского состава НГАВТ (Новосибирск, 2002; 2003).

### Структура и объём работы.

Диссертация (в I томе) объёмом 123 страницы, включая 50 рисунков. Библиографический список содержит 87 наименований.

### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность и обосновываются задачи диссертационной работы.

В первой главе обосновывается переход с классификация много-рукавных русел, предложенной ГТИ (Попов И.В., Кондратьев Н.Е.) и расширенной Ф.М. Чернышовым, на классификацию МГУ (Маккавеев Н.И., Чалов Р.С.), так как классификация МГУ учитывает всё многообразие разветвлённых русел и их морфодинамические особенности. Ссылаясь на работы Р.С. Чалова, дано описание каждого из типов и подтипов разветвлённых русел и показано их распространение на реках Обского бассейна. Исследования разветвлённых участков на р. Обь показали наличие большого количества перекатов, лимитирующих судоходство. Так, среди двадцати пяти разветвлённых участков верхней и средней Оби, двадцать один (т.е. 84 %) в настоящее время лимитирует судоходство.

Исследования различных авторов в 50-90 годах XX века позволили разработать типовые схемы коренного улучшения судоходных условий для двухрукавных участков рек, которые также использовались и для многорукавных участков. На основании этих типовых схем приводятся примеры коренного улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек.

Среди вопросов расчётного обоснования многорукавных участков в настоящее время можно выделить наиболее важные, такие как: определение руслоформирующего расхода, учёт перераспределения твёрдого стока, расчёт устойчивости сопряжённых разветвлений, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Расчёт руслоформирующего расхода, предложенный Н.И. Маккавеевым, не учитывает многорукавность.

Несмотря на некоторые полученные успехи в вопросах перераспределения твёрдого стока, не существует методики определения соотношения расходов воды, при котором бы наблюдался транспорт наносов в несудоходные рукава.

Как показывают исследования Р.С. Чалова, для многих равнинных рек часто характерны сопряжённые системы разветвления рукавов, и главным условием устойчивости судоходной трассы является создание

устойчивой системы сопряжений, где главное течение потока сохраняет своё направление. Расчётное обоснование таких систем не нашло должного отражения в литературе.

Проекты улучшения судоходных условий обязательно должны содержать раздел, в котором производится расчёт оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). В настоящее время существуют общие методики, позволяющие оценить влияние путевых работ на экологическое состояние реки. Рекомендации же, касающиеся именно многорукавных участков, разрознены и требуют обобщения.

Во второй главе приводятся обобщённые основные принципы коренного улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек, основанные на исследованиях Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова, Ф.М. Чернышова, Н.Е. Кондратьева, И.В. Попова, В.В. Дегтярёва, В.М. Ботвинкова и др.

Анализируя положительные примеры коренного улучшения судоходных условий, разрабатываются типовые схемы и основные принципы коренного улучшения судоходных условий для каждого из морфодинамических типов разветвлённых русел, соответствующих классификации МГУ (табл. 1).

Таблица 1

Основные принципы коренного улучшения судоходных условий для каждого морфодинамического типа разветвлённых русел по МГУ

Морфодинамический тип разветвлённого русла	Основные принципы
Односторонние разветвления	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Судовой ход располагается вдоль коренного берега.</li><li>2. Наносные образования вдоль оси судового хода объединяются.</li><li>3. В случае недостатка водности (расхода) судоходного рукава устанавливаются регуляционные сооружения.</li></ol>

Морфодинамический тип разветвленного русла	Основные принципы
Чередующиеся односторонние разветвления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Судовой ход располагается подобно правилу "восьмерки", либо создаются условия для соблюдения правила восьмерки.</li> <li>2. Закрепляется положение судового хода созданием побочневых массивов (объединением островов), некоторые несудоходные рукава оставляют неперекрытыми для транспорта наносов.</li> </ol>
Одиночные разветвления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Судовой ход располагается в рукаве с большим расходом воды. Если расход воды не соответствует проектному, то необходимо разработать капитальную прорезь, либо поставить регуляционное сооружение, либо и то, и другое.</li> <li>2. Для отвлечения наносов в несудоходный рукав ставится наклонная полузапруда.</li> <li>3. Строятся высокие струенаправляющие дамбы в виде стрелок на устьях островов.</li> <li>4. На участках со сложным разветвлением дополнительно к перечисленным методам необходимо ещё объединять наносные образования продольными сооружениями.</li> </ol>
Параллельно-рукавные разветвления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Судовой ход может располагаться как в одном рукаве, так и в двух рукавах сразу, либо в одном при высоких уровнях, а в другом при низких.</li> <li>2. Необходимо разделить потоки посредством строительства продольных сооружений, соединяющих острова.</li> </ol>

Продолжение табл. 1

Морфодинамический тип разветвленного русла	Основные принципы
Сопряженные разветвления	<p>1. Судовой ход располагается по правилу "восьмерки".</p> <p>2. В начальном звене сопряжений выбирается рукав с большей водностью (расходом воды), и закрепляется судовой ход с помощью выправительных сооружений, длина ведущего берега увеличивается за счёт продольной дамбы, если это необходимо.</p> <p>3. На участках со сложно-сопряженными разветвлениями помимо всех перечисленных выше принципов наносные образования вдоль судовой хода объединяются в единые массивы.</p> <p>Примечание: Изолированное выправление русла для отдельного звена сопряжений не рекомендуется.</p>
Разветвленно-извилистые разветвления	<p>1. Судовой ход располагается по правилу "восьмерки", а для предотвращения размыва вогнутого берега предусматриваются мероприятия по берегоукреплению.</p> <p>2. На участках, где русло становится сильно извилистым, выправление осуществляется посредством спрямления излучины.</p>
Дельтовые разветвления	В данной работе не рассматривались
Разбросанные разветвления	<p>1. Судовой ход располагается в рукавах с наибольшей водностью (расходом), в случае, если водности недостаточно, то разрабатывается капитальная прорезь.</p> <p>2. Наносные образования вдоль оси судовой хода объединяются в единые массивы.</p>



Морфодинамический тип разветвленного русла	Основные принципы
Разветвления в узлах слияния рек	1. Один из способов коренного улучшения - перенос устья притока вниз по течению в плесовую ложину. 2. Если в узле разветвления имеются крупные островные массивы, то выправление может осуществляться перекрытием одного из рукавов.

Состав расчётного обоснования для того, что-бы рекомендовать ту или иную генеральную схему коренного улучшения судоходных условий, можно порекомендовать в следующей последовательности:

1. Определение руслоформирующего расхода и расчётных уровней воды.
2. Расчёт габаритов пути.
3. Расчёт распределения расходов воды по рукавам в бытовом и проектном состоянии.
4. Построение плана течений и оценка устойчивости судового хода в бытовом и проектном состоянии с учётом изменения положения уровня воды.
5. Гидравлическое обоснование выправительных работ.
6. Технология производства работ.
7. Оценка воздействия на окружающую среду.
8. Техинко-экономическое обоснование.

В третьей главе разработана методика определения руслоформирующего расхода, в которой, в отличие от всех предыдущих методов, учитывается многорукавность и устойчивость русла. В качестве критерия устойчивости был выбран коэффициент устойчивости К.В. Гришанина, так как в отличие от других способов определения этого критерия (коэффициентов устойчивости Н.И. Маккавеева, И.В. Карасёва, число В.М. Лохтина и др.), в нем отсутствуют такие сложные для определения параметры, как диаметр наносов и уклон дна. Таким образом, формула для определения руслоформирующего расхода получается следующей:

$$Q_{рф} = \max \sum_{i=1}^n \frac{1}{M_i} \cdot \left( \frac{Q_i}{Q_0} \right)^\alpha \cdot \Delta P, \quad (1)$$

где  $Q_i$  - расход воды в рукаве;  $Q_0$  - общий расход воды;  $\Delta P$  - повторяемость;  $\alpha=2$  для песчаных грунтов и  $\alpha=2.5$  для гравелисто-галечных грунтов;  $M_i$  - коэффициент устойчивости К.В. Гришанина для  $i$ -го рукава

$M = \frac{h \cdot (g \cdot B)^{1/4}}{\sqrt{Q}}$  ( $h$  - средняя глубина рукава в сечении по гребню

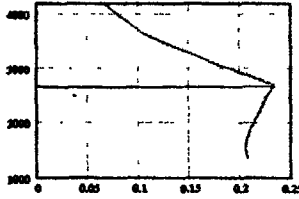
переката;  $g$  - ускорение свободного падения;  $B$  - ширина рукава по гребню переката).

Вычисление руслоформирующего расхода на трёх разветвлённых участках р. Обь по методике автора дало знакопеременное расхождение с методикой определения руслоформирующего расхода Н.И. Маккаева (рис. 1, табл. 2.), что объясняется гидрологическими особенностями каждого из рассматриваемых многорукавных участков. Наличие же таких расхождений свидетельствует о необходимости учёта устойчивости не только узла в целом, но и отдельных рукавов. Так, для двух узлов разветвления: Почтового и Елюбогатского, расположенных на одном плёсе, разница в значениях  $Q_{рф}$  составляет 22.9 %.

Таблица 2  
Сравнение полученных результатов вычисления руслоформирующего расхода

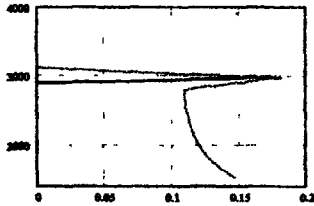
Узел разветвления	$Q_{рф1}$ по формуле Н.И. Маккаева м <sup>3</sup> /с	$Q_{рф2}$ по формуле автора м <sup>3</sup> /с	Расхождение результатов % $\frac{Q_{рф1} - Q_{рф2}}{Q_{рф1}} \cdot 100\%$
Елюбогатский	3950	2700	-31
Фоминский	2750	3000	+9
Почтовый	3950	3500	-11

Елобогатский узел  
 $Q_0(\text{м}^3/\text{с})$



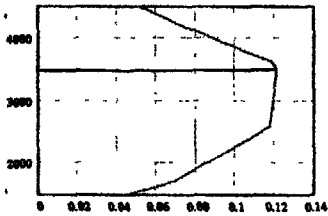
$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{M_i} \cdot \left(\frac{Q_i}{Q_0}\right)^2 \cdot \Delta P$$

Фоминский узел  
 $Q_0(\text{м}^3/\text{с})$



$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{M_i} \cdot \left(\frac{Q_i}{Q_0}\right)^2 \cdot \Delta P$$

Почтовый узел  
 $Q_0(\text{м}^3/\text{с})$



$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{M_i} \cdot \left(\frac{Q_i}{Q_0}\right)^2 \cdot \Delta P$$

Рис. 1. Определение руслоформирующего расхода по формуле автора.

Анализ натуральных данных показал, что устойчивость отдельных рукавов зависит от распределения как жидкого, так и твёрдого стока, при этом наибольшее влияние на перераспределение твёрдого стока оказывает жидкий сток и конфигурация узлов деления потока. На основе исследований Н.И. Алексеевского и В.С. Перехвальского получена зависимость распределения твёрдого стока в узлах деления потока, которая учитывает отмеченные определяющие факторы:

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{Q_1^{m_1}}{Q_2^{m_2}} \cdot \frac{B_1^{1-m_1}}{B_2^{1-m_2}} \cdot \sigma, \quad (2)$$

где  $G_1, G_2$ - расход влекомых наносов в судоходном и несудоходном рукаве соответственно;  $n, m$  – эмпирические коэффициенты (табл. 3);  $Q_1, Q_2$ - расход воды в судоходном и несудоходном рукаве соответственно;  $B_1, B_2$ - ширина судоходного и несудоходного рукава;  $\sigma$ - коэффициент, учитывающий угол ответвления потока.

$$\sigma = \frac{B - A}{A + B \frac{\alpha_1}{\alpha_2}}, \quad (3)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$ - углы отклонения потоков от основного в судоходный и несудоходный рукав (рис. 2.);

$$A = \frac{(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot k - 1) \cdot Q_0}{0.414 \cdot H \cdot (v + 0.2 \cdot v^*) \cdot (1 + k)}; \quad k = \frac{Q_1}{Q_2}; \quad v - \text{средняя}$$

скорость;  $v^* = \sqrt{g \cdot H \cdot i_0}$ ;  $Q_0$ - общий расход воды;  $H$  – глубина.

Таблица 3

Коэффициенты  $m$  и  $n$  для рукавов средней Оби  
(Н.И. Алексеевский, 1998)

Рукава	$m$	$n$
активизирующиеся	3.5	$2.75 \cdot 10^{-4}$
стабильные	1.26	$2.9 \cdot 10^{-2}$
отмирающие	1	$1.8 \cdot 10^{-2}$

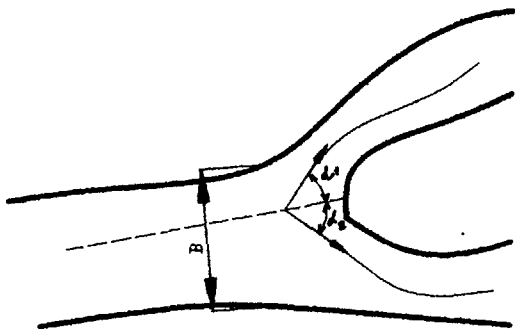


Рис 2. К расчёту  $\sigma$  по формуле (3).

Зависимость (2) подтверждена экспериментально на жёсткой гидравлической модели двухрукавного участка реки Иртыш. Среднеквадратическое отклонение составило 22%. Диагональный график для теоретического и экспериментального значения соотношения  $G_1/G_2$  приведён на рис. 3.

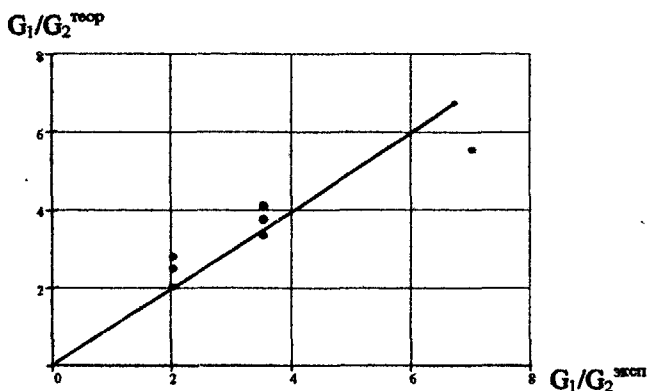


Рис 3. Диагональный график для теоретических и экспериментальных данных соотношения ( $G_1/G_2$ )

Для Дубровинского узла разветвления р. Обь при следующих исходных данных ( $Q_0=3040\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_1=1480\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q_2=1560\text{м}^3/\text{с}$ ;  $B=700\text{м}$ ;  $B_1=480\text{м}$ ;  $B_2=340\text{м}$ ;  $\alpha_1=30^\circ$ ;  $\alpha_2=35^\circ$ ;  $n_1=n_2=2.9 \cdot 10^{-2}$ ;  $m_1=m_2=1.26$ ;  $V_{\text{пов}}=1.6$

м/с; Н = 3.3м) соотношение  $\frac{G_1}{G_2} = 1.528$ . По натурным данным

МГУ  $\frac{G_1}{G_2} = 1.4$ , таким образом погрешность вычисления составляет 8 %.

Полученную зависимость (2) возможно использовать при проектировании встречной шпору в дополнение к методике расчёта, предложенной В.В. Дегтярёвым, которая рассматривается без учёта твёрдого стока.

Обработка натурных данных по девятнадцати стабильным сопряжённым разветвлениям верхней и средней Оби позволила получить зависимость для определения стабильной длины плеча (L) в зависимости от радиуса кривизны плечевой зоны (r), ширины рукава (Bp) и всего русла (B) следующей зависимостью:

$$\frac{L}{Bp} = 2.03 \cdot \left| \frac{r}{B} - 3.9 \right|^{3.125} + 3 \quad (4)$$

Геометрические параметры зависимости (4) приведены на рис. 4, а график построен на рис. 5. Среднеквадратическое отклонение точек соответствующих натурным данным от кривой, построенной по зависимости (4) составляет 7%.

Например, на устойчивом сопряжённом участке реки Томь в районе острова Черниль L=4.5км, Bp=0.4 км, B=2.0 км, r=11км. Следовательно, относительная длина плеча составит 11.25, а по зависимости (4) 11.82. Таким образом, расхождение составляет 5%, что меньше среднеквадратического отклонения.

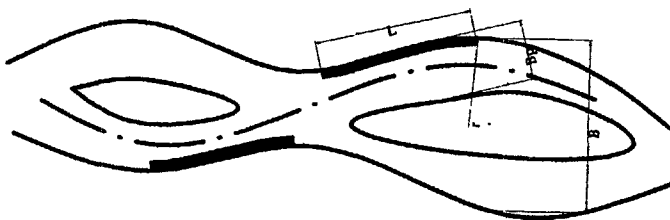


Рис. 4. Геометрические параметры сопряжённых разветвлений.

$L/Bp$

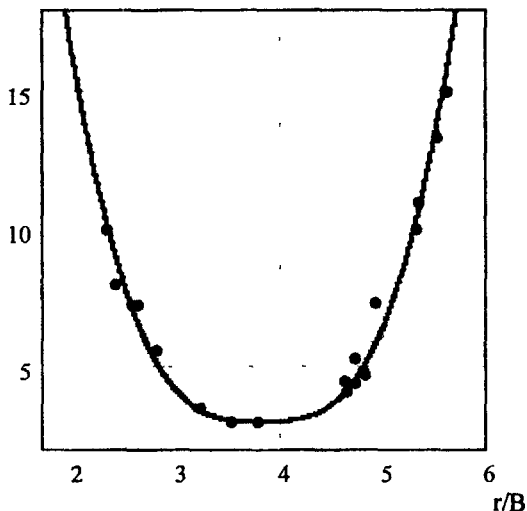


Рис. 5. График  $\frac{L}{Bp} = f\left(\frac{r}{B}\right)$ .

Производство путевых работ на многорукавных участках рек оказывает существенное влияние на экологические условия, которые проявляются следующими негативными явлениями: посадкой уровней, повышением мутности, развитием боковой эрозии, заносимостью отдельных рукавов и в том числе рыбопродуктивных площадей. В данной работе даются рекомендации по предотвращению отмеченных негативных явлений.

Так, для расчёта посадки уровней, рекомендуется применять методику В.М. Ботвинкова, где важное значение имеет такой параметр, как коэффициент руслового режима. При этом экологически безопасной согласно К.В. Гришанину и Г.Л. Гладкову является посадка уровней, не превышающая 5-10 см.

Повышение мутности в реке, при производстве путевых работ рекомендуется рассчитывать по методике предложенной НГАВТ.

Развитие боковой эрозии оценивается по интенсивности размыва берегов как русла в целом, так и отдельных его рукавов. При этом

критерии оценки следующие. Слабый размыв - до 2 м/год, средний размыв 2-5 м/год, сильный размыв 5-10 м/год, очень сильный > 10 м/год. Прогноз размыва береговой полосы рекомендуется производить по зависимости К.М. Берковича.

Увеличением поступающего в рукава расхода твёрдого стока в результате путевых работ может привести к их заносимости и потере глубины. Для определения потерн глубины разработана оригинальная методика оценки заносимости рукавов, основанная на формулах А.В. Караушева

$$\frac{T_{српр}}{T_{србыт}} = \Phi \cdot \left( \frac{G_{пр}}{G_{быт}} \right)^{0.267}, \quad (5)$$

где  $T_{српр}$ ,  $T_{србыт}$  - средняя глубина в сечении при проектном и бытовом уровне соответственно;  $G_{пр}$ ,  $G_{быт}$  - расход твёрдого стока при проектном и бытовом уровнях;  $\Phi = \frac{Q_{пр}}{Q_{быт}} \cdot \left( \frac{B_{пр}}{B_{быт}} \right)^{0.733}$ ;  $Q_{пр}$ ,  $Q_{быт}$  - расход воды в рукаве при проектном и бытовом уровне соответственно;  $B_{пр}$ ,  $B_{быт}$  - ширина сечения при проектном и бытовом уровне.

По натурным данным МГУ, ОГБУВП и С и нашим исследованиям на многорукавных участках верхней Оби  $\Phi = 1.3$ . Значение же расхода твёрдого стока в рукаве определяется по формуле (2).

В четвёртой главе описываются результаты внедрения на примере р. Катунь (9-12 км) и р. Кеть (255-260 км).

В заключении констатируется, что разработаны и уточнены типовые схемы коренного улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек на основе морфодинамической классификации МГУ, определён состав и усовершенствованы методы расчётного обоснования с учётом экологических требований, даются основные выводы по проделанной работе.



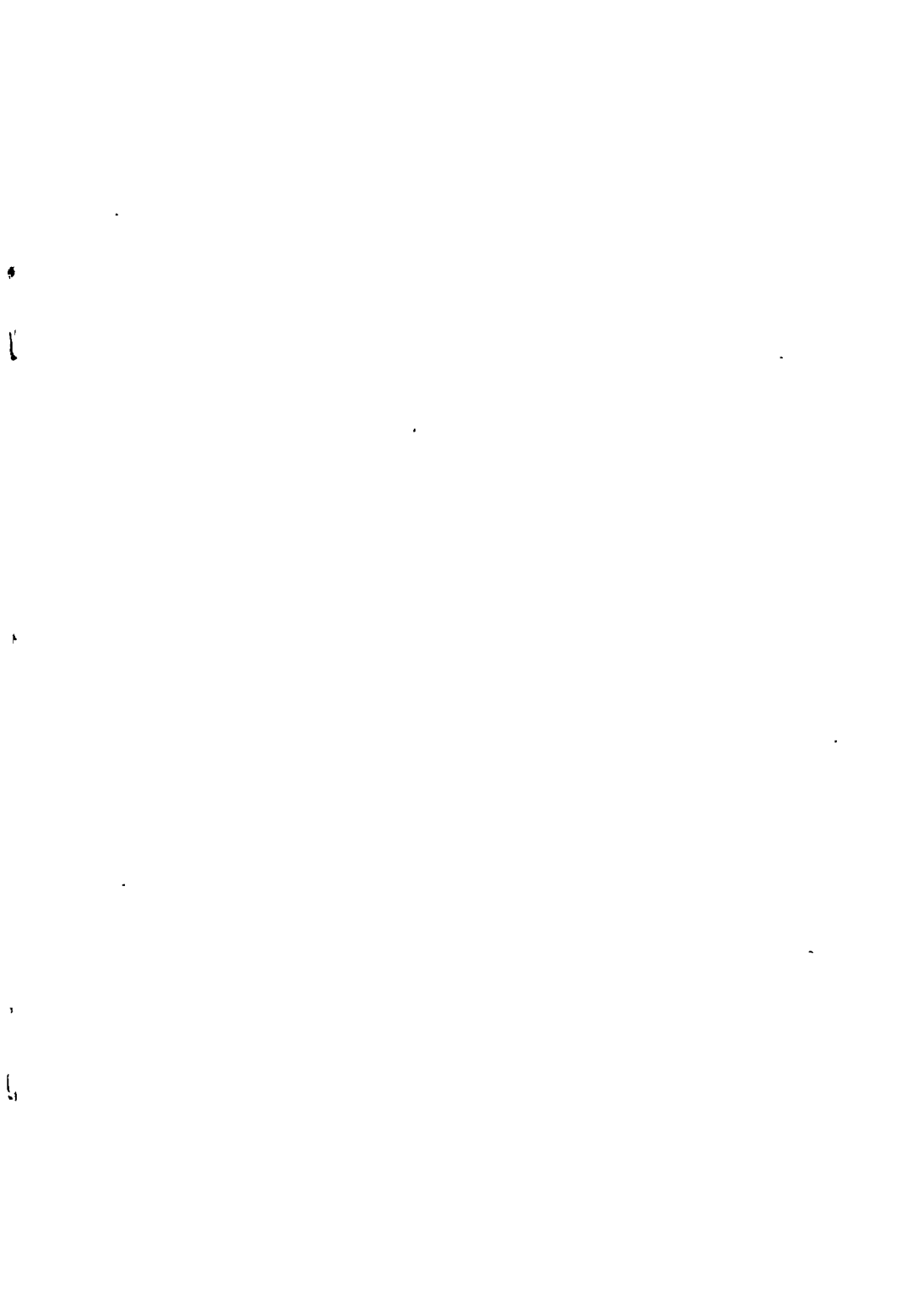
Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

1. Цатурян Г.Г. Использование несудоходных рукавов для транспорта наносов / Г.Г. Цатурян // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.- Новосибирск, 2003.-№2- С. 84-87
2. Цатурян Г.Г. Методы улучшения судоходных условий на многорукавных участках / Г.Г. Цатурян // Эрозионно-русловые процессы на реках Сибири. – Барнаул; АГУ, 2003.-С. 34-42.
3. Цатурян Г.Г. Основные принципы выправления разветвлённых участков рек / Г.Г. Цатурян // Сибирский научный вестник - Новосибирск: НГАВТ, 2000.- Вып. IV – С. 157-158.
4. Цатурян Г.Г. Особенности определения руслоформирующего расхода на многорукавных участках рек / Г.Г. Цатурян/ Проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений Сибири и на Крайнем Севере. – Новосибирск: НГАВТ, 2003 - С. 6-8.
5. Цатурян Г.Г. Оценка влияния путевых работ на экологические условия многорукавных участков рек / Г.Г. Цатурян // Труды института экологии и природопользования СОРАН.- Барнаул, 2003.- С. 60-67.
6. Цатурян Г.Г. Типовые схемы улучшения судоходных условий на многорукавных участках рек / Г.Г. Цатурян/ Проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений Сибири и на Крайнем Севере. – Новосибирск: НГАВТ, 2003.- С. 9-19.

Подписано к печати 30.10.03 г.  
Формат бумаги 60х90 1/16 Уч.- изд.л. 1  
Заказ №293 Тираж 100 экз.

---

Отпечатано на ротапинтере НГАВТ  
630104, Новосибирск-104, ул. Советская, 60



2003-A

17362

■ 17362