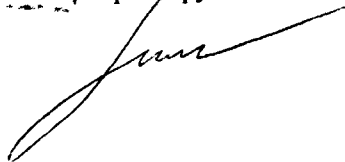


На правах рукописи



**МУХИН МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ**

**ВЛИЯНИЕ РУСЛОВЫХ АНОМАЛИЙ НА ПЛАНОВЫЕ  
ДЕФОРМАЦИИ И СУДОХОДНЫЕ УСЛОВИЯ РЕК  
ОБЬ – ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА**

Специальность 05. 22. 17  
"Водные пути сообщения и гидрография"

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

Новосибирск 2004

Работа выполнена в Новосибирской государственной академии  
водного транспорта

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ,  
д. т. н., профессор  
Дегтярев Владимир Владимирович

Официальные оппоненты: Д. т. н., профессор  
Кабанов Анатолий Васильевич  
К. т. н.  
Пронин Владимир Иванович

Ведущая организация: Ленское государственное  
бассейновое управление водных  
путей и судоходства

Защита состоится " 25 " февраля в 14<sup>30</sup> часов в ауд. 227 на  
заседании диссертационного совета Д.223.008.02 при Новосибирской  
государственной академии водного транспорта по адресу: 630099,  
г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НГАВТ

Автореферат разослан " 24 " февраля 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

 Михайлова Т.Н.

2006-4  
1812

2114766

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность диссертационной работы.** Рост промышленности и развитие современных технологий несомненно оказывают влияние на взаимодействие рек с различными сферами активности современного общества. Одним из наиболее важных регионов для разработки топливно-энергетических ресурсов в настоящее время является Обь - Иртышский бассейн, что требует существенного повышения объемов грузоперевозок и, как следствие, обеспечения соответствующих судоходных условий. Вмешательство человека в естественный ход русловых процессов обуславливает необходимость более точной оценки изменений речных систем в глобальном масштабе с учетом этого вмешательства. Учёт русловых процессов важен при проектировании и эксплуатации водных путей, строительстве набережных, затонов и водозаборов, прокладке трубопроводов по дну реки, строительстве мостовых переходов и других сооружений. В свою очередь эти сооружения оказывают своё влияние на речной поток, вызывая тем самым его переформирование, которое также необходимо предвидеть, чтобы обеспечить нормальное функционирование этого сооружения. Фактически, прогнозирование планового развития реки является актуальным для всех отраслей народного хозяйства, так или иначе связанных с использованием рек.

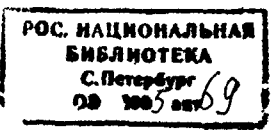
Вместе с этим, необходимо также учитывать влияние на русловые процессы геологических особенностей строения береговой полосы, которые можно характеризовать как русловые аномалии.

Поэтому в настоящее время весьма актуальной является проблема разработки прогнозов развития плановых русловых деформаций с учетом русловых аномалий.

**Целью диссертационной работы** является изучение влияния русловых аномалий на плановые деформации и судоходные условия рек Обь - Иртышского бассейна и разработка расчетной методики по оценке их влияния на русловые процессы.

**Для осуществления поставленной цели определены основные задачи исследований:**

- на основе обработки натурных данных установить и описать русловые аномалии, классифицируя их по типу влияния на русловые процессы;



- разработать расчетную методику, позволяющую устанавливать наличие русловых аномалий на участках рек при отсутствии подробных данных об этих аномалиях;
- разработать алгоритм оценки влияния аномалий на судоходные условия для рек Обь - Иртышского бассейна, а также прогноза плановых деформаций при наличии русловых аномалий;
- оценить влияние русловых аномалий на процессы образования заторов.

**Методы исследований.** В ходе выполнения работы были использованы современные методы исследований и обработки экспериментальных и натурных данных, а также теоретические методы гидрологии и речной гидравлики.

**Научная новизна и научно-методические положения** диссертационной работы заключаются в следующем:

- впервые сформулировано и введено понятие "русловых аномалий" и показано их влияние на русловой процесс и судоходные условия;
- для случаев, при которых отсутствуют подробные данные о русловых аномалиях, разработана расчетная графо-аналитическая методика, позволяющая установить их наличие;
- для рек Обь - Иртышского бассейна предложена и апробирована методика выявления аномалий, негативно влияющих на судоходные условия, на основе коэффициента стабильности Н.И. Макавеева;
- предложена оригинальная методика по прогнозу плановых деформаций при наличии русловых аномалий;
- разработан алгоритм влияния русловых аномалий на образование ледовых заторов.

**На защиту выносятся:**

- обоснование необходимости учёта аномалий в современных классификациях русловых процессов;
- методика оценки и прогнозирования развития меандр, основанная на графическом сопоставлении морфологических и гидрологических факторов, оказывающих влияние на развитие и изменение речного русла, и применение этой методики для выявления излучин, находящихся под воздействием аномалий;
- расчет водопропускной и ледопропускной способности крутых поворотов, образовавшихся вследствие влияния аномалий;

- рекомендации по проведению выправительных работ на излу-  
чинах, развивающихся под воздействием русловых аномалий.

**Практическая значимость.** Результаты работы позволяют  
обеспечить заданные судоходные условия с меньшими затратами  
за счет выявления и учета плановых русловых аномалий на излу-  
чинах.

**Апробация работы.** Содержание и результаты исследований  
докладывались на 58-й научно-технической конференции Новоси-  
бирского государственного архитектурно-строительного универси-  
тета в 2001 году, на юбилейной научно-технической конференции  
профессорско-преподавательского состава и инженерно-  
технических работников речного транспорта и других отраслей  
НГАВТ в 2001 году и на конференции научно-технических работ-  
ников вузов и предприятий, проводимой на базе НГАВТа в 2003  
году. Предложения по оценке и прогнозированию русловых де-  
формаций вошли в отчеты "Производство изыскательских работ на  
722-725 км р. Оби в зоне размыва берега у садоводческих товари-  
ществ" (2000 г.) и "Рекомендации по укреплению реки Чумыш у  
железнодорожного моста на 747 км" (2001 г.). На областном кон-  
курсе научных работ "Молодой научный потенциал Сибири" в  
2002 г. за представленную работу автор был удостоен именной  
стипендии мэрии города Новосибирска. Рекомендации по проведе-  
нию выправительных работ на излуцинах, развивающихся при воз-  
действии аномалий, были использованы при выполнении работ по  
спрямлению и стабилизации излучины на 747 км реки Чумыш в  
2004 году.

**Публикации.** Основные теоретические положения и практи-  
ческие рекомендации опубликованы в одиннадцати статьях, из них  
одна в соавторстве. Перечень публикаций помещен в конце авто-  
реферата. Кроме того, материалы исследований содержатся в двух  
отчетах по НИР.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введе-  
ния, пяти глав, заключения, библиографического списка и содер-  
жит 150 страниц машинописного текста, в том числе 38 рисунков и  
5 таблиц. Библиографический список включает 60 источников, в  
том числе 14 изданий на английском языке.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрывается актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований.

В первой главе приводится сравнительный анализ современных классификаций русел рек, включая классификации МГУ (Р.С. Чалов, Н.И. Маккавеев), ГТИ (И.В. Попов, Н.Е. Кондратьев, Б.Ф. Снисченко) и Н.А. Ржаницина. На основании анализа рекомендуется к использованию классификация МГУ, как наиболее полно и детально рассматривающая все типы русловых процессов. Указывается, что на сегодняшний день именно в соответствии с этой классификацией разрабатываются типовые схемы коренного улучшения судоходных условий. В то же время отмечается отсутствие учета в классификациях плановых русловых аномалий. В связи с этим в рамках данной работы впервые вводится определение аномалии как *"геологического или гидрологического отклонения, природного (естественного) или искусственного происхождения, изменяющего или оказывающего влияние на нормальный ход (без воздействия аномалий) русловых процессов и проявляющегося в плановых изменениях русла"*. Также приводится классификация русловых аномалий по типу их воздействия на русловый процесс с описанием этого негативного воздействия (рис. 1).

В заключении к главе делается вывод об актуальности вопроса изучения русловых аномалий и необходимости их учета при оценке плановых деформаций русла.

Во второй главе рассматриваются методики прогнозирования плановых русловых деформаций, описанные в работах К.В. Гришанина, В.И. Замышляева, Н.Е. Кондратьева, Н.И. Маккавеева, И.В. Попова, Б.Ф. Снисченко, Р.С. Чалова и других, дается их сравнительная оценка. Исходя из проведенного анализа делается вывод, что большинство существующих методик сводится к количественному определению смещения размываемого берега. С одной стороны эти методики весьма удобны, так как позволяют с той или иной долей вероятности (в зависимости от методики) определить расстояние, на которое переместится береговая линия рассматриваемого участка за искомым промежуток времени.

## РУСЛОВЫЕ АНОМАЛИИ



Рисунок 1 – Аномалии естественного характера и их влияние на русловые процессы

Однако, перечисленные методики не увязывают прогноз плановых деформаций с аномалиями. Показано, что это обстоятельство может привести к существенным погрешностям прогноза развития меандр и обеспечения безопасности условий судоходства.

В связи с этим в работе предлагается методика, позволяющая определять наличие воздействия русловых аномалий на участках рек и оценивать их влияние на русловые процессы. В её основе лежит графическое сопоставление зависимости относительной длины излучины от уклона, а также зависимости уклона от коэффициента стабильности излучины.

Для графического сопоставления были взяты данные измерений на более чем 350 различных излучинах на таких реках, как Иртыш, Тобол, Чулым, Чумыш, Пякупур и Пурпе, Аган и Витим. По каждому из меандров были измерены её длина по судовому ходу ( $S$ , м), шаг ( $\lambda$ , м), радиус закругления ( $R$ , м) и уклон  $i$  на данном участке реки.

На основе полученных данных об излучинах и уклонах свободной поверхности на них были построены различные графические вариации соотношения вышеуказанных параметров между собой.

Наибольший интерес представляет график, отображающий связь относительной длины излучины и уклона (рис. 2). Под относительной длиной подразумевается отношение длины излучины к средней расчетной длине излучин, принятой для рек Обь - Иртышского бассейна равной 1855м. Распределение точек на графике позволяет оценить изменение уклона в зависимости от изменения данной величины.

Для Обь - Иртышского бассейна характерны участки с низкой поймой, у которых руслоформирующий уровень близок по своему значению к проектному. Русловые аномалии при проектном уровне отвечают предельным значениям поля точек и составляют порядка 10-15% от общего числа точек.

После математической обработки данных по точкам графика, были получены расчётные зависимости для построения ограничивающих кривых, заключающих между собой 85-90% всех точек, с учетом выделенных аномалий. Таким образом, были графически выделены области точек, соответствующих излучинам, находящихся под влиянием русловых аномалий и с нормальными русловыми процессами.



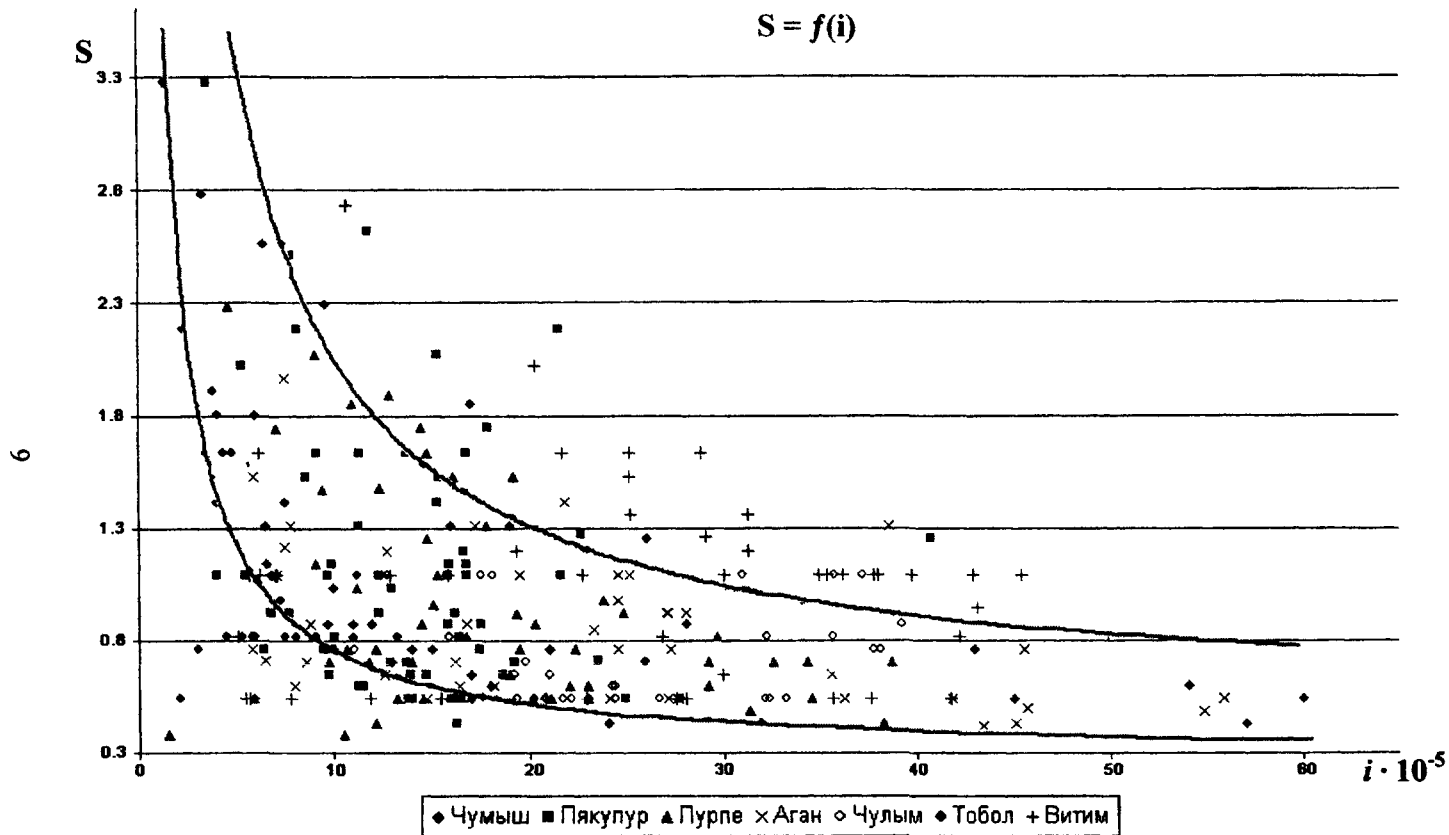


Рисунок 2 - Расположение точек и ограничивающих кривых зависимости относительной длины излучины  $S$  и уклона  $i$

Одним из важных параметров, характеризующих излучину, является коэффициент стабильности  $K_c$ . Он определяется по формуле Н.И. Маккавеева:

$$K_c = \frac{d_{50}}{i \cdot B} \cdot 1000, \quad (1)$$

где  $d_{50}$  - осредненный диаметр донных влекомых частиц, мм;  $i$  - уклон свободной поверхности;  $B$  - ширина русла, м.

Известно, что в процессе своего развития излучина проходит через определённые стадии. Это – формирование излучины; пик развития деформаций и завершающий этап развития, на котором или происходит спрямление излучины, или её длина достигает таких размеров, при которых уменьшается скорость течения потока, его размывающая энергия затихает и излучина стабилизируется.

Суть разработанной методики, графически представленной на рис. 3, заключается в следующем:

1. Измеренное значение длины излучины  $S$  даёт две точки пересечения с графиком  $S = f(i)$ , которые проецируются на график  $K_c = f(i)$ , образуя на нём некоторую область АВ, одновременно с этим показывая два граничных значения уклона на оси  $i$ .

2. Зная уклон на рассматриваемой излучине, ширину русла и средневзвешенный диаметр влекомых наносов, можно рассчитать значение  $K_c$ .

3. Спроецировав полученное значение  $K_c$  на график  $K_c = f(i)$ , в зависимости от расположения точки относительно зоны АВ можно рассмотреть три получившихся варианта:

Вариант 1. Точка пересечения находится ниже выделенной зоны АВ. Следовательно, уклон на участке имеет малое значение, а длина излучины, соответственно, достаточно большая, то есть можно сделать вывод, что излучина стабильна и развиваться дальше не будет.

Вариант 2. Точка пересечения находится в выделенной зоне. В этом случае можно сделать вывод, что излучина находится в процессе своего развития, о степени активности (интенсивности) которого можно судить по расположению точки в выделенной зоне - чем правее расположена точка, тем интенсивнее развитие излучины

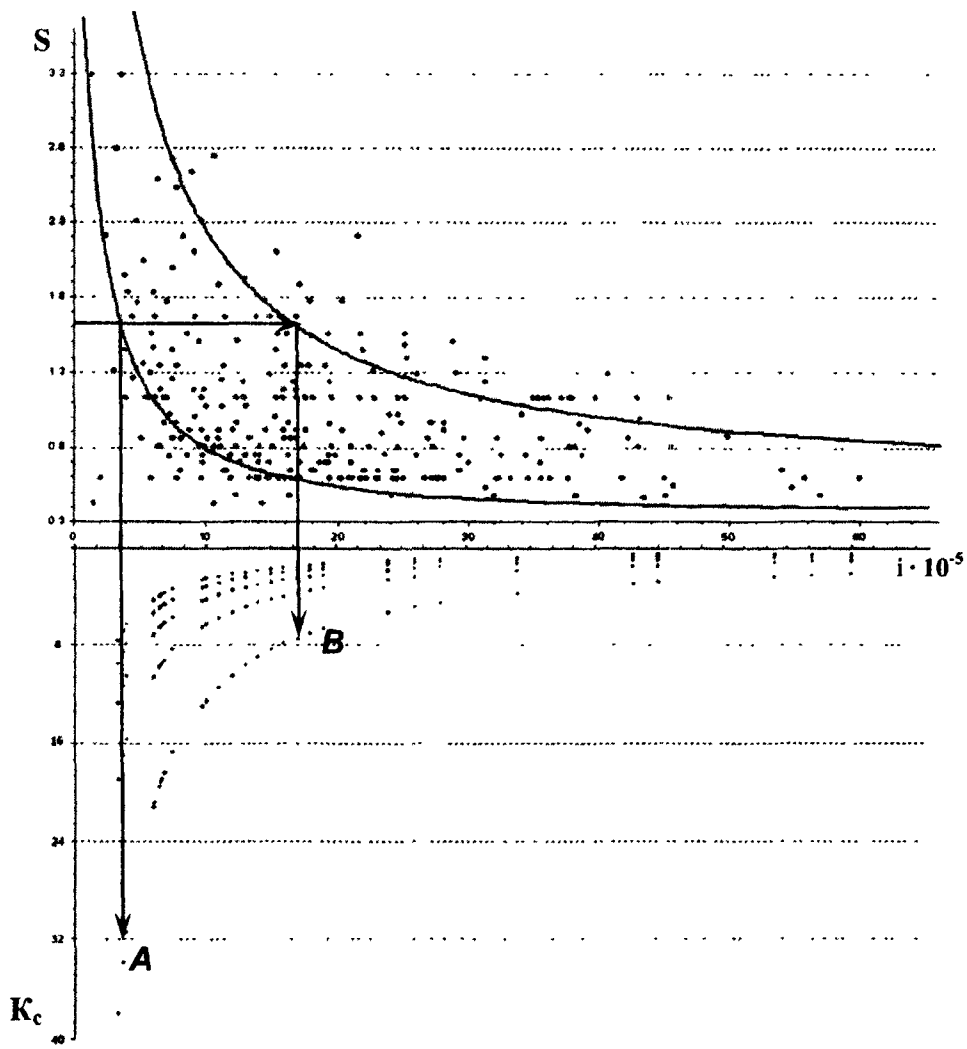


Рисунок 3 – Графическое сопоставление соотношения относительной длины излуины и коэффициента стабильности излуины к уклону

Вариант 3. Точка пересечения находится **выше** указанной зоны. Такое расположение соответствует большому значению уклона и малой величине длины данной излучины, указывая на начальный этап развития этой излучины.

Введение коэффициента стабильности Маккавеева позволяет провести оценку влияния, оказываемого русловыми аномалиями на развитие русловых деформаций.

Следуя по графику в обратном порядке можно получить значение критической длины излучины или диапазон длин, при которой она стабилизируется или произойдет ее спрямление.

Полученная методика для оценки и прогнозирования развития излучины позволяет качественно оценить состояние русловых деформаций на меандре в настоящий момент времени и ту стадию развития, на которой она находится.

Поскольку данный подход универсален и может быть применим ко всем меандрам, то его можно использовать как первоначальный этап прогнозирования развития русловых деформаций на рассматриваемом участке реки в комбинациях с другими современными методиками прогнозирования, включая и те, о которых говорилось в начале работы.

Представленная методика позволяет осуществлять прогнозирование развития русловых деформаций на меандрирующих участках рек как на краткосрочный, так и на продолжительный период времени, учитывая при этом возможные изменения гидрологических и морфологических особенностей рассматриваемого участка. Как следствие этого, становится возможным составление плана необходимых регуляционных или выправительных мероприятий для обеспечения судоходных условий, предотвращения дальнейшего размыва береговой полосы и ряда других немаловажных факторов нормальной работы и жизнедеятельности человека, что является в наше время одним из главных критериев современного общества.

Для оценки интенсивности русловых деформаций на поворотах, образованных вследствие воздействия аномалий, разработан расчет водопропускной способности русла через суммарный коэффициент сопротивления русла.

$$\zeta = \zeta_m + \zeta_{\text{тр}}, \quad (2)$$

где  $\zeta_{\text{тр}}$  – коэффициент сопротивления трения поворота;  $\zeta_m$  – коэффициент местного сопротивления

Коэффициент сопротивления трения поворота можно определить по следующей зависимости

$$\zeta_{\text{тр}} = \lambda \pi \frac{\alpha_{\text{из}}^{\circ}}{180^{\circ}} \cdot \frac{R_o}{2T}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения;  $\alpha_{\text{из}}^{\circ}$  – угол поворота излучины, град;  $R_o$  – радиус закругления, м;  $T$  – средняя глубина, м

Коэффициент местного сопротивления должен рассчитываться по следующей зависимости

$$\zeta_m = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4)$$

где  $K_1$  – параметр, учитывающий влияние угла поворота русла  $\alpha_{\text{из}}$ ;

$K_2$  – параметр, учитывающий влияние относительного радиуса  $\frac{R_o}{B}$

поворота;  $K_3$  – параметр, учитывающий влияние относительной вытянутости русла  $\frac{T}{B}$ .

Благодаря полученным зависимостям прогноз изменения руслового процесса на повороте будет более точным, что, в свою очередь, обеспечит качественно обоснованные условия для проведения необходимых мероприятий по улучшению судоходных условий на рассматриваемых участках. Их выбор будет зависеть во многом именно от результатов прогнозов, основанных на предварительной оценке текущего руслового процесса на крутом повороте, проведенной по предлагаемым нами формулам.

В третьей главе проводится оценка изменения русловых процессов, находящихся под влиянием ледовых аномалий. Рассмотрены два основных проявления ледовых аномалий – выходы вечной мерзлоты и сезонно промерзающих грунтов в берегах и русле рек и образование заторов. Предлагается оригинальное решение при рассмотрении процесса образования заторов с использованием теории пределов. Взаимосвязь основных гидравлических и морфологических факторов описывается на основе использования коэффициента Шези.

При появлении аномалии в виде образования затора данный коэффициент можно преобразовать в следующее равенство пределов

$$C_{\rightarrow 0} = \frac{v_{\rightarrow 0}}{\sqrt{R \cdot i_{\rightarrow 0}}}, \quad (5)$$

Стремление значения коэффициента Шези к нулю, а не к бесконечности в данной ситуации обусловлено тем, что в соотно-

шении параметров  $\frac{v_{\rightarrow 0}}{\sqrt{i_{\rightarrow 0}}} = \frac{v_{\rightarrow 0}^2}{i_{\rightarrow 0}}$  линейному развитию значения укло-

на соответствует квадратичное развитие значения скорости. Таким образом, скорость как бы "обгоняет" уклон и именно это приводит к конечному стремлению коэффициента  $C$  к нулю. При этом стремление скорости к нулю напрямую зависит от уменьшения уклона, обусловленного возникновением затора.

Таким образом, на входе в затор расход остается неизменным ( $Q = \text{const}$ ), уклон и, соответственно, скорость стремятся к нулю, что приводит к вынужденному увеличению площади за счет выхода реки из русла и затопления поймы.

Введение пределов в формулу Шези объясняет аномалии в русловых процессах при образовании заторов, так как при нормальных русловых процессах в открытом русле невозможно такое резкое падение уклона свободной поверхности до нуля, при котором состояние текущих русловых процессов уже не может быть описано с помощью существующих классических формул без введения определенных коррективов.

В четвертой главе автором вносятся предложения по учету плановых русловых аномалий при составлении типовых схем по коренному улучшению затруднительных для судоходства участков. Разработка схем выполняется силами ученых НГАВТ в тесном сотрудничестве с МГУ и С-ПБГТУВК. В рамках классификации МГУ предлагаются типовые схемы по противодействию образованию прорв, осложняющих судоходство, устранению вредных циркуляционных течений на крутых изгибах русла. Приводятся примеры их внедрения в практику производства выправительных работ.

Пятая глава посвящена реализации рекомендаций диссертационной работы. В качестве объекта внедрения рекомендаций выбран участок мостового перехода Средне-Сибирской линии Запдно-Сибирской железной дороги, расположенный на 747 км реки Чумыш. В течение ряда лет кафедрой ВПГиГЭ проводился мониторинг данного участка, а в 2001 году были разработаны рекомендации по берегоукреплению примостового участка реки. Для составления этих рекомендаций автором был выполнен анализ русловых деформаций на данном участке и прогноз их развития на ближайшие 3-5 лет.

При составлении рекомендаций к проведению выправительных работ в 2004 году автором были сделаны следующие расчёты:

- оценка состояния излучины по предложенной методике до проведения работ и прогнозирование изменений русловых процессов с учетом антропогенного вмешательства;
- оценка изменения водопропускной способности русла с использованием предложенного автором расчета на момент до и после спрямления излучины.

Помимо этого, были даны рекомендации по проведению спрямления излучины для равномерного распределения энергии потока по берегозащитному пляжу и увеличения глубинной эрозии, которая положительно скажется при прохождении весеннего ледохода.

В заключении в качестве выводов по диссертационной работе отмечается, что:

- проведен научный анализ и обобщение позитивных и негативных аспектов классификаций типов русловых процессов и методов их прогнозирования;

- сформулировано и введено понятие "русловых аномалий". Сделано описание и классификация русловых аномалий по типу их влияния на русловые процессы.

- обоснована необходимость учета русловых аномалий в современных классификациях русловых процессов, приведена схема влияния этих аномалий на русловые процессы;

- разработана и апробирована графо-аналитическая методика выявления русловых аномалий и оценки их влияния на русловой процесс. Рекомендации использованы при проектировании и проведении работ по спрямлению излучины в зоне мостового перехода

на реке Чумыш в 2004 году, а также при выправительных работах на 722-725 км р. Оби в районе пристани "Ягодное";

- предложена методика по прогнозу плановых деформаций русла при наличии русловых аномалий;

- предложен новый подход к оценке водопропускной способности русла на поворотах и ледопропускной способности для оценки влияния русловых аномалий на образование заторов.

Основное содержание диссертации изложено в следующих статьях и докладах:

1. Мухин М.Ю. Тысячелетие землечерпательных работ на водных путях (обзор зарубежной и отечественной технической периодики): Конспект лекций / М.Ю. Мухин, В.В. Дегтярев, В.В. Дегтярева. – Новосибирск: НГАВТ, 2001. – 28с.

2. Мухин М.Ю. Прогнозирование развития меандр реки при гидротехническом строительстве / М.Ю. Мухин // В материалах 58-й науч.-техн. конф. НГАСУ. – Новосибирск: изд-е Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета, 2001. – С. 27.

3. Мухин М.Ю. Философские аспекты взаимоотношений человека и природы в условиях глобального экологического кризиса / М.Ю. Мухин // Материалы юбилейной науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава и инженерно-техн. работников реч. трансп. и других отраслей. – Новосибирск: НГАВТ, 2001. – С. 101 – 103.

4. Мухин М.Ю. Влияние аномалий на русловые процессы р. Оби (на примере берегоукреплений в районе дачных участков "Ягодное" и регуляционных сооружений на участке ГЭС - Комсомольский мост) / М.Ю. Мухин // Сибирский научный вестник: Сб. науч. тр. / Российская академия естественных наук. Известия Новосибирского научного центра "Ноосферные знания и технологии". – Новосибирск, 2002. – Вып. 5. – С. 231 – 237.

5. Мухин М.Ю. Естественные и антропогенные аномалии, влияющие на русловые процессы / М.Ю. Мухин // Материалы конф. науч.-техн. работников вузов и предприятий. – Новосибирск: НГАВТ, 2003. – Часть 1. – С. 69 – 71.



6. Мухин М.Ю. Графическое сопоставление геоморфологических и гидрологических факторов при нормальных русловых процессах и аномальных отклонениях на меандрирующих реках / М.Ю. Мухин // Молодые ученые – внутреннему водному транспорту Сибири: Сб. науч. тр. / Новосибирская государственная академия водного транспорта. – Новосибирск: НГАВТ, 2003. – С. 3 – 33.

7. Мухин М.Ю. Аномалии руслового процесса и методы их учета для рек со свободным меандрированием / М.Ю. Мухин // Безопасность жизнедеятельности на водном транспорте Сибири и Якутии: Сб. науч. тр. / Новосибирская государственная академия водного транспорта. – Новосибирск: НГАВТ, 2003. – С. 147 – 154.

8. Мухин М.Ю. Отечественные и зарубежные исследования циркуляционных течений за мысами, в крутых поворотах русла и прогноз русловых деформаций в этих условиях / М.Ю. Мухин // Сибирский научный вестник: Сб. науч. тр. / Российская академия естественных наук. Известия Новосибирского научного центра "Ноосферные знания и технологии". – Новосибирск, 2003. – Вып. 6. – С. 140 – 148.

9. Мухин М.Ю. Факторы, определяющие интенсивность русловых деформаций на меандрирующих руслах / М.Ю. Мухин // Сибирский научный вестник: Сб. науч. тр. / Российская академия естественных наук. Известия Новосибирского научного центра "Ноосферные знания и технологии". – Новосибирск, 2003. – Вып. 6. – С. 148 – 155.

10. Мухин М.Ю. Графоаналитический метод определения плановых русловых аномалий / М.Ю. Мухин // Сибирский научный вестник: Сб. науч. тр. / Российская академия естественных наук. Известия Новосибирского научного центра "Ноосферные знания и технологии". – Новосибирск, 2004. – Вып. 7. – С. 150 – 153.

11. Мухин М.Ю. Оценка водопропускной способности меандрирующих участков русла с учетом местных сопротивлений, учитывающих плановые русловые аномалии / М.Ю. Мухин // Сибирский научный вестник: Сб. науч. тр. / Российская академия естественных наук. Известия Новосибирского научного центра "Ноосферные знания и технологии". – Новосибирск, 2004. – Вып. 7. – С. 153 – 156.

Подписано к печати 11.01.2005 г.  
Формат 60x84. 1/16. Печать офсетная.  
Объём 1 усл. печ. лист. Тираж 100 экз.  
Заказ 1

Отпечатано отделом оперативной полиграфии НГАВТ  
Лицензия ЛР 021257 от 27.11.1997 г.

---

630104, Новосибирск, ул. Советская, 60

7  
4

..

7  
4

**№ - 1702**

РНБ Русский фонд

2006-4

1812