

На правах рукописи

Пилипенко Татьяна Викторовна

**РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПРЯМЛЕНИЯ ИЗЛУЧИН РЕК (НА  
ПРИМЕРЕ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА)**

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 – доктор технических наук, профессор  
Ботвинков Владимир Михайлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Гладков Геннадий Леонидович,  
кандидат технических наук, доцент  
Жигалин Николай Павлович

Ведущая организация – ОАО «Сибречпроект».

Защита состоится «21» января 2005 г. в 14<sup>30</sup> (ауд.227) на заседании диссертационного совета Д 223.008.02 при Новосибирской государственной академии водного транспорта по адресу: 630099, г. Новосибирск, ул.Щетинкина, 33 (тел/факс (383-2); 22-49-76. E-mail: ese nswt.ru.).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирской государственной академии водного транспорта.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2004 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Михайлова Т.Н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность диссертационной работы.**

Разработка мероприятий по коренному улучшению судоходных условий на затруднительных для судоходства участках рек является традиционной темой в теории и практике путевых работ. Особенно большое значение эти работы имеют в настоящее время, поскольку решением Коллегии Министерства транспорта Российской Федерации от 16.01.03 поставлена задача по совершенствованию внутренних водных путей, при этом большое внимание уделяется совершенствованию методов проектирования и производства путевых работ

Основной особенностью меандрирующих рек является наличие крутых поворотов, лимитирующих судоходство, и размыв перешейков между излучинами, приводящий к естественному спрямлению излучин и ухудшающий условия судоходства, поскольку проран при этом, как правило, имеет недостаточные габаритные размеры, а отторгнутая излучина интенсивно заносится. Вследствие этого важно определить вероятные места и сроки возможного возникновения естественных спрямлений с целью их предупреждения.

Расчетное обоснование спрямлений излучин рек рассмотрено в работах Гладкова Г.Л., Грачева Н.Р., Гришанина К.В., Гунн-го-Юань, Дегтярева В.В., Ибад-Заде, Юсиф Аликулу оглы, Кондратьева Н.Е., Маккаева Н.И., Попова И.В., Ржаницына И.А., Цзен-Цинн-Хуа, Boussinesq I., Leopolda L. В.

При этом недостаточно внимания уделялось определению сроков начала естественного спрямления, оценке его заносимости и распределению расходов воды с учетом планового сопряжения излучины и спрямляющего канала.

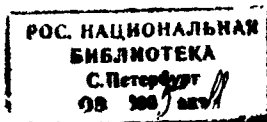
**Цель диссертационной работы.**

Целью работы является разработка методов прогнозирования сроков начала естественных спрямлений и совершенствования расчетных методов проектирования спрямлений излучин рек.

**Основные задачи исследования.**

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

- уточнение условий, определяющих начало естественного спрямления, для его предотвращения или искусственного ускорения ;
- разработка рекомендаций по определению планового положения и радиуса кривизны оси спрямляющего канала;
- совершенствование методов расчета распределения расхода воды между спрямлением и излучиной и понижения уровней воды;



- на основе обобщения накопленного опыта рассмотрение наиболее эффективных технологий производства работ по спрямлениям и предотвращением естественных спрямлений

**Научная новизна** работы заключается в следующем

- на основе обработки натуральных данных и уточнения расчетной схемы откорректирован критерий Н И Маккавеева по условию начала естественного спрямления и дополнительно к нему разработаны рабочие графики, учитывающие положение руслоформирующего расхода воды по отношению к отметке поймы для оценки возможного естественного спрямления излучин свободномеандрирующих рек;

- на основе выделения возможных водоворотных областей, размеры и условия возникновения которых получены путем обработки лабораторных и натуральных данных, развит метод Гришанина К.В. для гидравлического обоснования спрямления излучин рек;

- усовершенствован метод гидравлического обоснования спрямлений излучин рек на основе учета местных сопротивлений по зависимостям Тома, В.Н. Талиева, И.Л. Розовского при неизвестном наполнении русла;

- сформулированы рекомендации по обоснованию трассы и радиусу кривизны спрямляющего канала на основе обработки лабораторных и натуральных данных.

**Практическая ценность.** Результатом работы является усовершенствование методов проектирования спрямлений излучин рек, что позволяет уменьшить или предотвратить негативные последствия для судоходства, возникающие при естественных спрямлениях.

**Внедрение результатов.** Рекомендации автора в порядке опытного внедрения использованы в проектных проработках по развитию протоки реки Иртыш в районе города Ханты-Мансийск и при разработке программы развития водных путей Обь-Иртышского государственного бассейнового управления водных путей и судоходства для рек Иртыш, Конда, Тура и Тобол.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований неоднократно докладывались на профессорско-преподавательских конференциях НГАВТа (2001-2003 г.г.), на Межвузовском координационном совещании по проблемам эрозийных, русловых и устьевых процессов (г. Барнаул, 2003 г.), на Всероссийском научно-техническом совещании по оценке состояния и проблемам развития водных путей (Новосибирск, 2001 г.), на общем собрании секции «Ноосферные знания и технологии» Российской академии естественных наук (Москва, 2004 г.).

### Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, она изложена на 148 страницах машинописного текста, включая 49 рисунков. Список литературы содержит 145 наименований, из них 12 на иностранных языках

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 статей в открытой печати.

### Основное содержание работы.

Во **введении** показана научная и практическая актуальность работы, определены цель и задачи исследований

Первая глава посвящена анализу гидроморфологических особенностей свободноеандрирующих участков рек, существующих методов гидравлического обоснования спрямлений излучин рек.

Излучины составляют одну из наиболее распространенных разновидностей форм речного русла. Наиболее полно типы различных излучин представлены в морфодинамической классификации МГУ

Механизм их образования и развития изучался многими отечественными и зарубежными исследователями, среди которых Н.И.Алексеевский, С.Т.Алтунин, М.А.Великанов, Н.С.Лелявский, Н.И.Маккавеев, Риплей, Н.А.Ржаницын, Р.С.Чалов и другие

В соответствии с поставленными задачами в диссертации приведен обзор работ по следующим 4 направлениям:

- выявление гидроморфологических особенностей свободноеандрирующих участков рек и спрямлений излучин;
- исследование процесса начала естественного спрямления;
- влияние гидрологических и гидроморфологических условий на развитие естественных спрямлений;
- методы их гидравлического обоснования.

Наибольшее внимание было уделено изучению условий, определяющих начало естественного спрямлений излучин рек для его предотвращения или искусственного ускорения путем устройства спрямляющих каналов.

В ходе своего развития наблюдаются плановые и высотные деформации излучин. Важным шагом при гидравлическом обосновании спрямлений является введение понятия руслоформирующего расхода воды.

Анализ показывает, что руслоформирующий расход воды в этом случае можно определить по методике Н.И.Маккавеева с уточнениями Р.С.Чалова. Таким образом, распределение расхода воды по рукавам при спрямлении излучин рек требуется выполнять при трех уровнях:

проектном, руслоформирующем и уровне. соответствующем выходу воды на пойму.

Плановые переформирования русла при процессе свободного меандрирования выражаются в развороте двух смежных участков, с противоположно направленными вершинами излучин, вокруг фиксированной в плане точки (перегиба средней линии русла), с одновременным увеличением кривизны излучин и их удлинением. Развитие излучин заканчивается образованием петель русла и прорывом перешейков этих петель. После этого цикл развития повторяется. Таким образом, процесс свободного меандрирования характерен стадийностью русловых переформирований. При этом наблюдается интенсивный обмен наносами между поймой и руслом.

Теоретически, в чистом виде, свободное меандрирование должно заканчиваться прорывом перешейка петли русла вследствие сближения в ходе плановых деформаций берегов русла, находящихся по обеим сторонам этого перешейка. Однако, подобные случаи встречаются довольно редко, и чаще разрушение перешейка петли происходит путем размыва его с поверхности.

На основе обработки натурных данных по излучинам рек Иртыш, Тура, Тобол, Конда определены их основные характеристики, при этом выделены следующие параметры: относительный радиус кривизны  $\frac{R}{B}$ , относительный шаг излучины  $\frac{\lambda}{B}$  и относительное наполнение русла  $\frac{B}{H}$ , где  $R$  - радиус закругления излучины,  $B$  - ширина русла,  $H$  - глубина реки и  $\lambda$  - шаг излучины. Учитывались также грунтовые условия.

Обработка этих данных позволила представить их в серии графиков. В качестве примера на рис. 1 приведен один из графиков.

Анализ этих данных показывает, что полученный Н.И.Маккаевым критерий для определения начала естественного спрямления излучины, представленный в виде:

$$l > 1.6 \cdot \lambda,$$

где  $l$  - длина излучины;

$\lambda$  - шаг излучины,

не отвечает в полной мере условиям Обь - Иртышского бассейна, так же, как и дополнительный критерий, которым, как правило, является критерий Л.Леопольда и Г Уоллина:

$$I_{кр} = 0.011 \cdot Q^{-0.44},$$

где  $I_{кр}$  - критический уклон;

$Q$  - руслоформирующий расход воды.

Вследствие чего была поставлена задача по уточнению данного критерия.

Для решения этой задачи необходимо было дополнительно изучить и проанализировать цикл работ, посвященных изучению гидравлической структуры и гидрологических особенностей меандрирующих участков рек Обь-Иртышского бассейна.

Согласно исследованиям Н.И.Алексеевского, А.В.Ананяна, М.А.Великанова, В.Н.Гончарова, Н.Ф.Данелия, Н.П.Жигалина, Н.Е.Жуковского, А.В.Кабанова, А.В.Караушева, Н.С.Лебявского, А.И.Лосиевского, М.П.Кожевникова, В.М.Маккавеева, Н.И.Маккавеева, А.Я.Миловича, М.В.Потапова, И.Л.Розовского, Н.А.Ржаницына, Цзен Цинн-Хуана, Р.С.Чалова и других, гидравлической структуре потока свойственно несколько специфических особенностей, сказывающихся на формировании меандр.

Полученные нами натурные данные по рекам Обь-Иртышского бассейна, на которых произошло естественное спрямление излучин, показывают необходимость учета дополнительных факторов, определяющих переход от свободного меандрирования к естественному спрямлению.

Процесс свободного меандрирования при частом затоплении поймы может быть нарушен еще на ранней стадии развития излучины образованием спрямляющей протоки. Спрямление развивается постепенно – в начале в спрямлении наблюдается ленточногрядовый или побочный русловой процесс, развитие излучины замедляется, а затем при высоком паводке русло перемещается в спрямляющую протоку.

После перемещения русла излучина перестает развиваться и медленно отмирает, а протока начинает меандрировать, сначала по типу ограниченного меандрирования, а затем свободного меандрирования до образования нового спрямления и повторения цикла.

Описанные графики, представленные на рисунке 1 позволяют определить параметры излучин, соответствующие условиям начала образования спрямления. На графиках эта зона изменения параметров располагается выше критических линий.

На рисунке 2 приведены диагональные графики, показывающие возможную разницу теоретических и экспериментальных значений  $R/V$ . Так же были получены и записаны уравнения (рисунок 1), характеризующие приведенные графические зависимости.

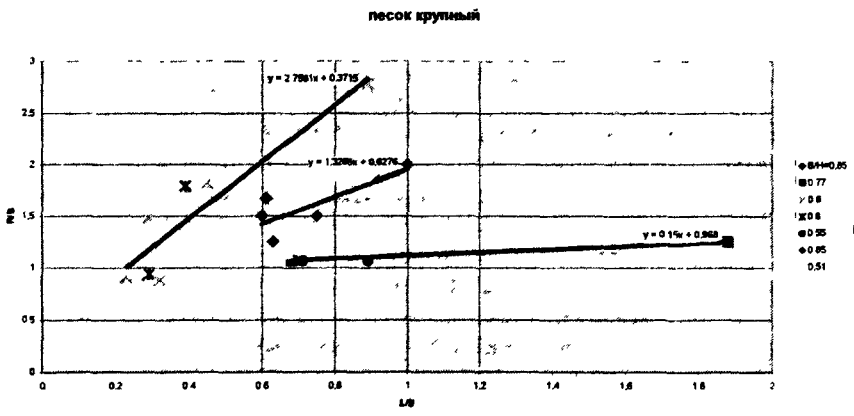
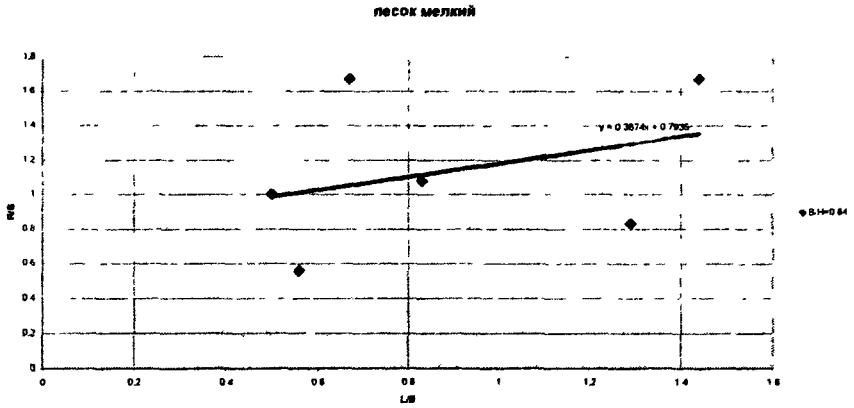
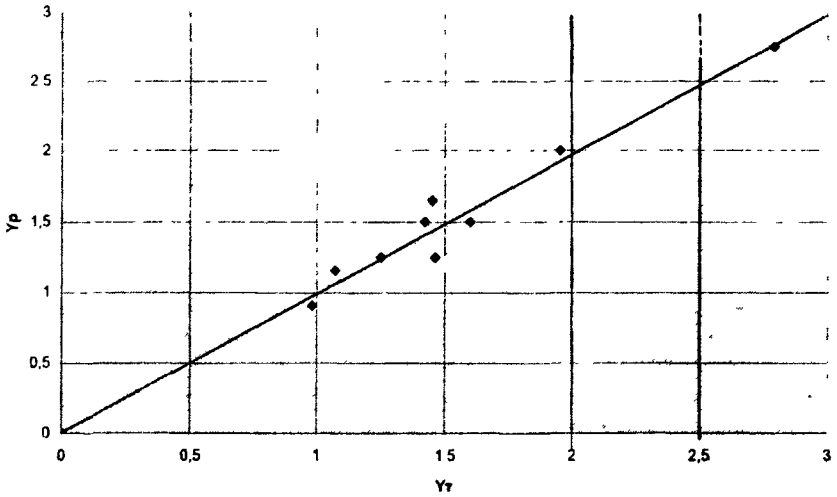


Рисунок 1 - Графические зависимости для реки Иртыш.



песок крупный



песок мелкий

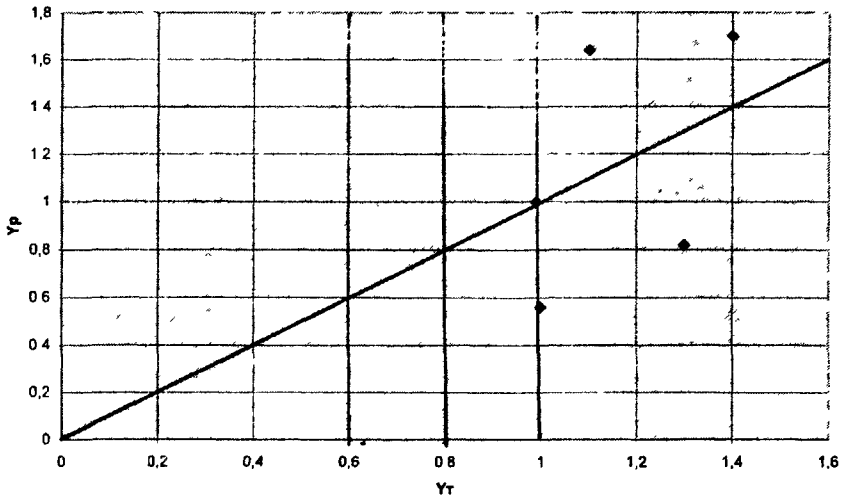


Рисунок 2 - Графики, показывающие возможные отклонения теоретических значений R/V от практических.

Общее уравнение для ложа реки из песка мелкого имеет следующий вид:

$$Y = \left( -0,4 \cdot \frac{B}{H} + 1,26 \right) \cdot X - \left( 5 \cdot \frac{B}{H} - 3,86 \right), \text{ а из песка крупного:}$$

$$Y = \left( 24 \left[ \frac{B}{H} - 0,68 \right]^{2,1} \right) \cdot X - \left( 11,5 \cdot \left[ \frac{B}{H} - 0,68 \right]^{0,9} - 3,9 \right),$$

где  $Y$  - относительный радиус кривизны  $\frac{R}{B}$ ,

$X$  - относительный шаг излуины  $\frac{\lambda}{B}$  и

$\frac{B}{H}$  - относительное наполнение русла.

Произведенные расчеты и их сравнение с натурными данными показало, что среднеквадратические отклонения составляют 0,2-12%.

Анализ планового материала позволил обосновать расчетную схему спрямления, которая уточняет и дополняет как схему Н.И.Маккавеева, так и схему МГУ в последней редакции (2004 г.).

По расчетам Н. И. Маккавеева излуины устойчивы в случае, если

$$\ell = 0,635 \cdot \ell_p,$$

где  $l$  - длина излуины по прямой;

$\ell_p$  - длина излуины.

По нашим расчетам, с учетом изменений, внесенных в схему, излуины рек Обь-Иртышского бассейна устойчивы в случае, если:

для реки Иртыш:

$$\ell = 0,180 \cdot \ell_p,$$

для реки Конда:

$$\ell = 0,245 \cdot \ell_p,$$

Разницу приведенных значений для реки Иртыш и Конда можно объяснить тем, что пойма реки Конда – высокая.

Согласно принятой схемы, с учетом размерностей, предложен следующий критерий образования спрямления:

$$I \geq A \cdot \left( \frac{Q}{\sqrt{g} \cdot h^{2,5}} \right)^\alpha,$$

где  $A$  - эмпирический коэффициент, который для условий Обь-Иртышского бассейна находится в пределах от  $2,40 \cdot 10^{-4}$  до  $3,0 \cdot 10^{-4}$ ;

$I$  - уклон водной поверхности;

$h$  - глубина;

$\alpha$  - показатель степени, для условий рек Обь - Иртышского бассейна находится в пределах от 0,066 до 0,090;

$Q$  - руслоформирующий расход, соответствующий уровню выхода воды на пойму.

Выполненная проверка формул различных авторов для интенсивности планового сближения крыльев излучин и сопоставление их с натурными данными позволила рекомендовать зависимость Н.Е.Кондратьева, как наиболее приемлемую для условий рек Обь-Иртышского бассейна. Так, приведенные в диссертации результаты расчетов и их сравнение с натурными данными позволяют сделать заключение о том, что по рекомендуемой зависимости точность расчетов удовлетворительна, а ошибки составляют не более 0,3-0,5 метров за 5 лет.

При проектировании спрямления излучин рек важными задачами, которые необходимо решить, являются задачи о расчетах распределения расхода воды между излучиной и спрямляющим каналом и определение просадки проектного уровня воды. В ходе гидравлического расчета обе задачи решаются одновременно. В то же время, следует подчеркнуть особую важность последней из них, поскольку именно понижение уровней воды является одним из основных критериев, по которым определяется возможность осуществления спрямления рек. Согласно рекомендациям К.В.Гришанина, посадка проектного уровня не должна превышать 5 см, а для спрямлений допустимая посадка определяется из условия недопущения просадки проектного уровня воды на вышележащих лимитирующих перекатных участках не более этой же величины, т.е. 5 см. Для решения этой задачи применяются несколько способов, таких как: метод ЛИВТа, разработанный К.В.Гришаниным, который предложил распределение расхода воды по рукавам рассчитывать на основе метода Н.Н.Павловского для определения отметок свободной поверхности, методы И.В.Попова, А.В.Серебрякова, К.Н.Варламова и другие.

Достоинством метода ЛИВТа является учет реального наполнения излучины и канала, но в тоже время в нем учитываются только потери напора по длине. В других работах этот недостаток частично учтен, например, в работах К.Н.Варламова. Зависимости, полученные К.Н.Варламовым для местных сопротивлений, базируются на натурных данных по бассейну реки Десна. Выполненные расчеты по этой методике для осуществленных спрямлений на реке Иртыш показали ограниченность применения методики К.Н.Варламова в пределах исследованных им участков рек. Для рек Обь-Иртышского бассейна результаты расчетов по распределению расходов воды по излучине и каналу дают ошибки до 300 %, а уклоны свободной поверхности вообще получаются отрицательными. К.Н.Варламов провел лабораторные исследования, которые показали, что

местные потери энергии на участке входа в канал' могут достигать 40 % от общих потерь энергии, в то время как местные потери энергии, связанные со слиянием потоков, незначительны и составляют всего 1-5 % от общих потерь энергии. При этом наполнение русла считается известным. В связи с этим требуется создать подобную методику, лишенную отмеченных недостатков. Следует также отметить, что в работах Жука А.Ю. и Пронина В.И., которые рассматривали многорукавные участки рек, гидравлическое обоснование выполняется на основе решения плановой задачи гидравлики. Однако такой подход для построения расчетной методики требует большого объема исходной информации и в настоящее время является труднореализуемым, поэтому в данной работе была поставлена задача по совершенствованию методов гидравлического обоснования спрямления излучин рек на основе одномерных математических моделей.

**Вторая глава** посвящена разработке и уточнению методов гидравлического обоснования спрямлений излучин рек.

Вопрос о влиянии местоположения и очертания спрямляющего канала на распределение расходов и понижение уровней воды играет главную роль в задаче проектирования спрямляющего канала.

Одна из задач гидравлического обоснования расчета спрямления излучин рек заключается в том, чтобы определить условия, при которых данное спрямление будет обеспечивать наибольшую эффективность работы создаваемого им нового гидравлического режима потока.

Особенности рассматриваемой задачи по обоснованию спрямляющего канала заключаются в том, что поток полностью или частично переходит в новое русло и тем самым коренным образом изменяется не только гидравлический режим руслового потока, но и ход естественного руслового процесса на этом участке реки. Русловой процесс получает новое направление, новые закономерности своего развития.

Уменьшение расхода воды в основном русле излучины обуславливает постепенное ее отмирание и дальнейшую активизацию спрямляющего канала. Кроме того, поток, выходящий из спрямления, встречаясь с потоком, идущим по руслу излучины, отжимает его к противоположному берегу и коренным образом нарушает естественный ход русловых переформирований на нижележащем участке.

Таким образом, устройство спрямлений естественной излучины вызывает:

1. понижение уровня воды выше спрямления и, следовательно, как правило, ухудшение судоходных качеств на этом участке;
2. уменьшение расходов воды в излучине и, следовательно, ухудшение ее судоходных качеств и постепенное отмирание;

3. существенное изменение направленности руслового процесса на участке ниже выхода спрямления, что может вызвать ликвидацию прежних русловых форм и образование новых.

Эти существенные изменения режима реки, обусловленные устройством спрямления, определяют необходимость их анализа и расчетной оценки при установлении проектных габаритов проектируемого спрямления и выбора планового положения спрямляющего канала с учетом разделения и слияния потоков.

Как показали натурные данные, на характер развития спрямляющего канала наибольшее влияние оказывает перераспределение как жидкого, так и твердого стоков. Они же, в свою очередь, зависят, наряду с габаритными размерами канала и излуцины, от угла разделения потоков.

Обработка натуральных данных по спрямлениям показала, что развитие спрямления (увеличение пропускной способности канала) можно добиться за счет обеспечения угла деления потоков в диапазоне 10-25°.

Для предотвращения негативных явлений на участке слияния спрямляющего канала с излуциной, угол встречи лежит в тех же пределах.

Для предотвращения ускоренного планового смещения канала в направлении излуцины, на основе анализа работ Миловича, Ананяна, И. Л. Розовского и других, а так же натуральных данных, рекомендуется ограничивать относительную кривизну спрямления  $\frac{B}{R} \geq 6$ .

Е.Н.Грачев рекомендовал учитывать местные сопротивления при слиянии, делении потоков и повороте по зависимостям Тома, В.Н. Талиева, И.Л. Розовского.

Ввиду того, что при спрямлении излуцины наблюдается просадка уровней воды, то и наполнение в излуцине и канале неизвестно. Поэтому при гидравлическом расчете спрямлений с учетом местных сопротивлений нами разработан специальный алгоритм, позволяющий учитывать просадку уровней воды. Этот алгоритм сводится к следующему:

- по известной отметке свободной поверхности в нижнем расчетном сечении определяются разницы положений свободной поверхности на каждом расчетном участке в излуцине и канале, начиная с самого нижнего

$$\Delta z_i = Q^2 \cdot F_i + \frac{Q_i^2}{2 \cdot g \cdot \omega_i^2} \cdot \Sigma \zeta_{i,}$$

где  $\omega_i$  - площадь i-го сечения;

$Q_i$  - расход в i-ом сечении;

$\Sigma \zeta_{i,}$  - сопротивления в i-ом сечении;

- и определяются отметки свободной поверхности каждого верхнего живого сечения

$$z_{i+1} = z_i + \Delta z_i$$

Выполненные расчеты по данным приведенных опытов и по натурным данным показывают, что таким образом удается повысить точность определения отметок свободной поверхности до 2-3 мм на участке длиной в 1 км, а значений расходов воды в излучине и канале довести в абсолютных значениях до 1 - 3,2 %.

Другим путем усовершенствования методики гидравлического обоснования является учет возможных водоворотных образований, при выделении которых, используя метод К.В.Гришанина, удается повысить точность расчетов до 4 - 5 %.

Для определения плановых размеров водоворотных зон нами были обработаны полученные лабораторные и натурные данные и в результате аппроксимации выведены следующие зависимости:

$$\varepsilon = \left[ 0,352 + 2,8 \left( \frac{R_u}{R_k} \right)^{1,5} \right] \cdot \left[ 0,456 \cdot \left( \frac{B_k}{B_u} \cdot 0,13 \right)^{\frac{1}{16}} + 1,0 \right] \cdot \left[ \left( \frac{0,0936}{\frac{\ell_x}{\ell_u}} \right)^4 + 0,935 \right] \cdot \left[ \left( \frac{0,0101}{Fr} \right)^3 + 1,415 \right] \cdot \left[ \left( \frac{0,01874}{\frac{h}{B_k}} \right)^3 + 1,428 \right] \cdot \left( 0,143 \cdot \frac{R_u}{B_u} + 0,792 \right) \cdot 0,514$$

$$\frac{a}{B_k} = 0,197 \cdot \left( \frac{\ell_x}{R_k} \right)^{\frac{1}{16}} + 0,121$$

$$\frac{a}{\ell_u} = 0,336 \cdot \left( \frac{\ell_x}{R_k} \right)^{\frac{1}{8}} + 0,123$$

где  $\varepsilon = \frac{B_c}{B_k}$  - степень сжатия потока в канале,

$Fr$  - число Фруда,  $Fr = \frac{v^2}{g \cdot h}$ ;

$\ell_x$  - длина водоворотной зоны,

$B_c$ ,  $a$ -смысл виден на рис.3;

$g$  - ускорение свободного падения;

$R_u, R_k$  - радиус кривизны, соответственно, излучины и канала;

$l_u, l_k$  - длина, соответственно, излучины и канала;

$h$  - глубина потока;

$B_k, B_u$  - ширина, соответственно, канала и излучины.

По трем полученным таким образом точкам можно очертить водоворотную зону. Таким образом, решая эту задачу методом Гришанина с учетом водоворотных зон, косвенно учитываются местные потери, что повышает точность расчетов до 4-5 %, что соответствует инженерной точности решения прикладных задач (до 5 %).

Здесь следует отметить, что поскольку метод Гришанина К.В. является основным общепринятым методом для расчета спрямлений, то его усовершенствование по повышению точности расчетов будет в настоящее время наиболее удобно для пользователей.

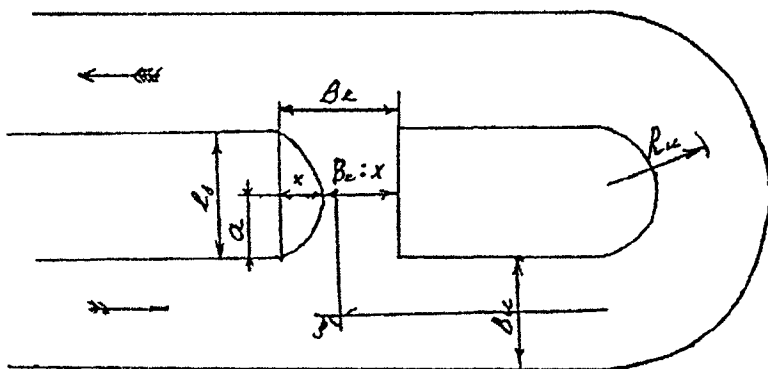


Рисунок 3 - План модели спрямления.

В **третьей главе** приводятся особенности технологии производства спрямлений и работ по предотвращению естественных спрямлений. Следует отметить, что в Обь-Иртышском бассейне накоплен значительный опыт по устройству спрямлений излучин. В 70-е годы на р. Иртыш было выполнено наибольшее количество спрямлений. При их производстве использовались различные технологии с использованием наземной землечерпательной техники (экскаваторы, бульдозеры) и земснарядов (многочерпаковых и землесосов) в различных сочетаниях. Учитывая изменившиеся экономические условия и необходимость разработки

спрямлений в кратчайшие сроки, и, следовательно, при высоких уровнях из всех рассмотренных технологий нами рекомендуется использовать следующую технологию спрямлений излучин рек. На первом этапе по разбитой трассе канала проводятся работы по уборке верхнего растительного слоя. Наиболее производительна эта работа осуществляется бульдозерами. Дальнейшую разработку перешейка по трассе спрямляющего канала целесообразно выполнять многочерпаковым земснарядом. Практика использования для этих целей землесосов показала их низкую по сравнению с многочерпаковым земснарядом эффективность, поскольку грунтовые условия по трассе канала достаточно сложны по геологическим условиям и включают в себя как песчаные, так и глинистые грунты, наличие гравия и отдельных каменистых отложений.

Другим достоинством многочерпаковых земснарядов является возможность укладки грунта шаландами в предназначенную для этого зону излучины, находящуюся, как правило, на значительном расстоянии (более 1000 м) от района производства работ. Приведен пример использования данной технологии по одному из спрямлений реки Иртыш (Аевская излучина).

Четвертая глава посвящена итогам внедрения рекомендаций в практику производства путевых работ. В порядке опытного внедрения наши рекомендации использованы в проектных проработках по развитию спрямляющей протоки реки Иртыш в районе города Ханты-Мансийска и при разработке программы внутренних водных путей Обь-Иртышского ГБУВПиС для рек Тура, Тобол, Иртыш, Конда. В частности, в этой программе предусмотрено производство 8 спрямлений на этих реках до 2010 г. Эта программа утверждена Департаментом ВВП Министерства транспорта Российской Федерации.

В заключении отмечается, что основными результатами выполненной диссертационной работы является следующее:

- проведен анализ развития излучин рек и условий образования спрямления по рекам Иртыш, Тура, Тобол, Конда, который позволил уточнить расчетную схему, предложенную Н.И. Маккавеевым;

- на основе обработки натурных данных и уточнения расчетной схемы откорректирован критерий Н.И.Маккавеева по условию начала естественного спрямления и дополнительно к нему разработаны рабочие графики, учитывающие положение руслоформирующего расхода воды по отношению к отметке поймы для оценки возможного естественного спрямления излучин свободномеандрирующих рек;

- усовершенствован метод гидравлического обоснования спрямлений излучин рек на основе учета местных сопротивлений по



зависимостям Тома. В.Н. Талиева, И.Л. Розовского при неизвестном наполнении русла:

- на основе обработки лабораторных и натурных данных сформулированы рекомендации по обоснованию трассы и радиусу кривизны спрямляющего канала.

- введены коррективы для применения метода Гришанина К.В. для гидравлического обоснования спрямления излучин рек на основе выделения возможных водоворотных областей, размеры и условия возникновения которых получены путем обработки лабораторных и натурных данных.

- установлена наиболее эффективная технология производства работ на основе обобщения накопленного опыта в Обь-Иртышском бассейне.

- результаты исследований могут быть использованы проектными организациями и управлениями ВПиС при рассмотрении конкретных меандрирующих участков рек, на которых возможно осуществление работ по спрямлению излучин рек.

Основное содержание диссертации изложено в следующих публикациях:

1. Пилипенко Т.В. Гидроморфологические особенности свободномеандрирующих участков рек и спрямлений излучин / Т.В.Пилипенко- Новосибирск: изд. НГАВТ, 2003.
2. Пилипенко Т.В. Методы гидравлических расчетов спрямления излучин рек. / Т.В.Пилипенко- Сибирский научный вестник. Вып. 5.- Новосибирск, изд. НГАВТ, 2002 (с.166-168)
3. Пилипенко Т.В. О критериях образования естественных спрямлений излучин рек (на примере Иртыша). / Т.В.Пилипенко- Барнаул: изд. Алт. университета, 2003 (с90-91).
4. Пилипенко Т.В. Особенности гидравлического расчета спрямления излучин. / Т.В.Пилипенко- Современное состояние водных путей и проблемы русловых процессов.- М., 2001.
5. Пилипенко Т.В. Особенности гидравлического расчета спрямлений излучин рек: Материалы юбилейной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и инженерно-технических

работников речного транспорта и других отраслей / Т.В.Пилипенко-Новосибирск: НГАВТ, 2001.

6 Пилипенко Т.В. Теоретическое исследование процесса начала естественного спрямления излучин рек / Т.В.Пилипенко-Новосибирск НГАВТ, 2003 (с.131-133)

7. Пилипенко Т.В. Особенности спрямления излучин рек на примере рек Иртыш, Тура, Тобол, Конда / Т.В.Пилипенко-Тобольск, 2004

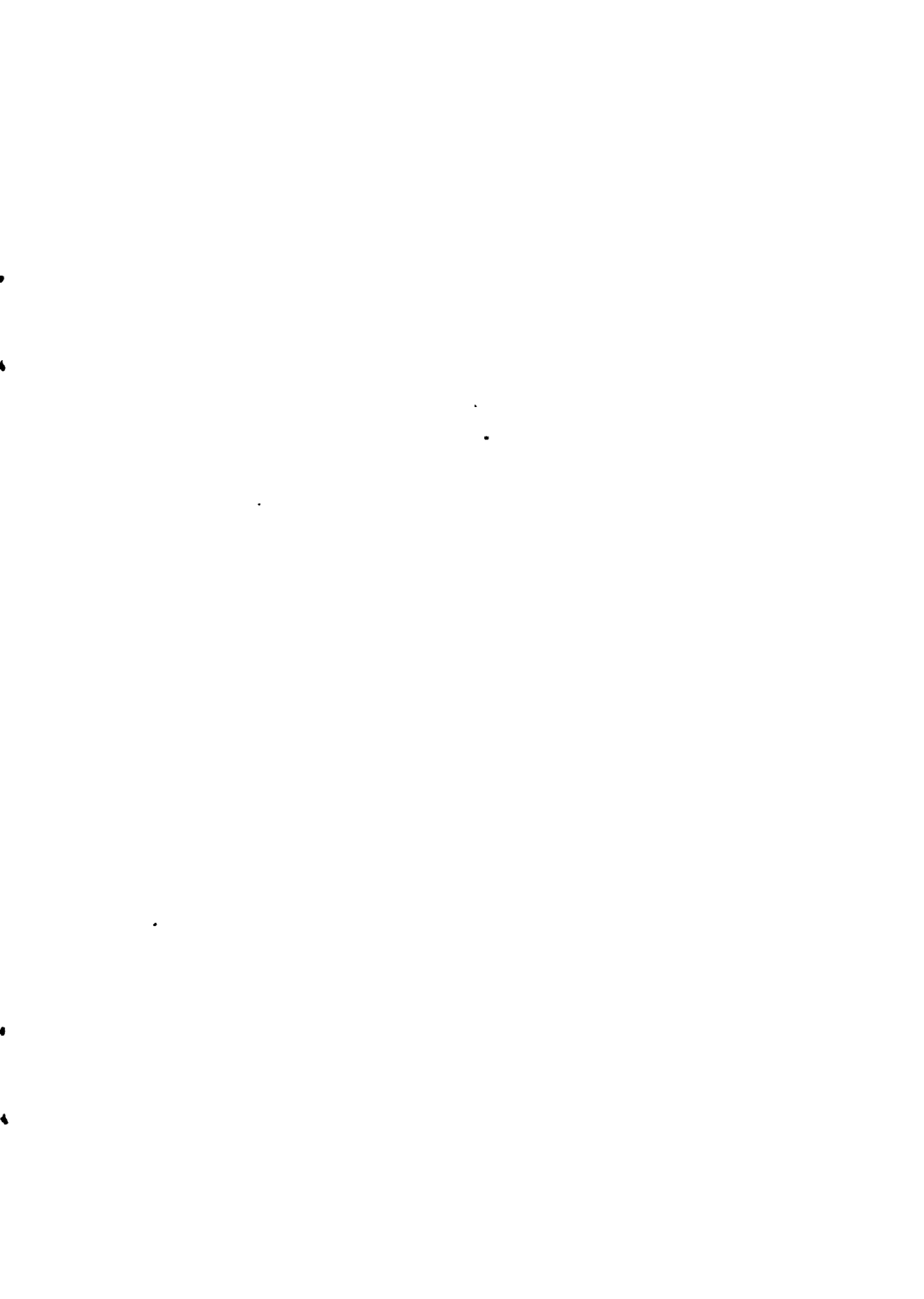
Подписано в печать 15.12.2004 с оригинал-макета

Бумага офсетная № 1, формат 60x84/16, печать трафаретная – Riso

Усл. печ. л. 0,98. Тираж **100** экз., заказ № **28** .

Новосибирская государственная академия водного транспорта  
(НГАВТ) 630099, г. Новосибирск, ул Щетинкина, 33

Отпечатано в отделе оформления НГАВТ



**№ - - 259**

РНБ Русский фонд

2006-4

2056