

Российская Федерация

Труды

Академии водохозяйственных наук

Выпуск 1

Водохозяйственные проблемы  
русловедения



Москва 1995

Михайлов В. Н. - академик АН,  
Коротаев В. Н. - член-корреспондент АН

Московский государственный университет

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МНОГРУКАВНОГО УСТЬЯ РЕКИ

Реки и связанные с ними водные системы издавна служили путями сообщения. Многовековая история развития и эксплуатации внутренних водных путей свидетельствует о постоянном увеличении протяженности водных путей и габаритов судовых ходов по мере роста грузооборота, осадки судов, появления судов класса "рекаморе". При этом проблема поддержания гарантированных габаритов судового хода, до настоящего времени, несмотря на высокий уровень технических средств дноуглубления, выправления и ограждения судовых ходов, остается достаточно острой. На устьевых участках крупных рек судоходство осложняется мелководностью зоны опряжения дельтовых рукавов с приемным водоемом, где в результате снижения транспортирующей способности речного потока формируются подводные конуса выноса - устьевые бары, происходит распределение стока воды и наносов по дельтовым рукавам, начиная от вершины дельты и вплоть до ее морского края.

Анализ зарубежного и отечественного опыта трассирования судовых ходов в устьях рек и состояние изученности вопроса убеждает в том, что до настоящего времени не выработана единая научно обоснованная концепция выправления морских устьев рек и нет нормативного документа по проектированию устьевых судоходных каналов, достаточно полно учитывающего специфику природных условий устьевой области реки в пределах субазральной дельты и смежного с ней устьевого взморья (авандельты). Вместе с тем, практика дноуглубительных и выправительных путевых работ выработала вполне определенный набор способов улучшения судоходных условий в устьях рек [6, 8, 9, 11-14], судоходные прорези, каналы, запруды, струенаправляющие и ограждающие дамбы, береговые укрепления, отстойники и шлюзы. Способы регулирования русла на придельтовом участке, в привершинной части дельты и в дельтовых рукавах до границы приморской зоны мало чем отличаются от подобных работ на равнинных реках. В приморской зоне дельты, на устьевых барах, в заливах и эстуариях определенную специфику при выборе комплекса дноуглубительных и выправительных работ для поддержания глубин и уменьшения заносимости акватории портов и каналов вносят приливно-отливные и сгонно-нагонные денивиляции уровня, ветровое волнение и вдольбереговые течения, а также процессы, связанные с формированием галоклина в зоне смещения пресных речных и соленых морских вод.

Наиболее оптимальный комплекс регулиционных работ ульской области рек складывается из следующих мероприятий:

1) в дельте - выбор дельтового рукава, выправление лимит рутих спекктаков, погружение настенческого стекла

штографической сетью устьевой области реки и ее дельты понижается вся совокупность гидравлических и морфологических взаимоотношений, существующих естественных развиившихся дельты и соединяющихся с ней рукавов и волеймов. То предполагается и определяется шириной и глубиной устьевой части гидрографической сети.

наносов по рукавам; 2) на устьевом баре - выбор баровой бороздины и оптимальность их в общей структуре гидрографической сети.

2) на устьевой варе - выбор баровой бороздины и оптимальное направление сопливительного канала, определение места погружения трубы в бороздину.

Участок реки	Учтение взысков	Участки областей реки	Примечания участков рек
Онтиоруканый (бездельный)	Открытое	Пресная	Малых рек
		а) без блокирующей косой	а) без блокирующей косы
		б) с блокирующей косой	б) с блокирующей косой
		Полузарубленое	Эстуарий
		а) без блокирующей косой	а) без блокирующей косой
		б) с блокирующей косой	б) с блокирующей косой
		Полузарубленое	Эстуарий-дельтовое
		а) без блокирующей косой	а) без блокирующей косой
		б) с блокирующей косой	б) с блокирующей косой
Мало- и многорукавный (дельтовый)	Открытое	Дельта (с дельтой выливания)	Объ. Енисей, Днестр, Днепр, Печора, Ангар, Хатанг, Амур, Камчима, Волга, Лена, Олек, Яна, Индигирка

Устьевые области рек, впадающих в океаны, моря и крупные озера, весьма разнообразны и по морфологии, и по гидрологическому режиму. Поэтому типизация устьевых областей возможна лишь с использованием комплекса признаков, относящихся к морфологии и режиму обеих частей устьевой области реки - устьюму участку и устьевому взморью.

По морфологическим признакам все устьевые участки могут быть подразделены на бездельтовые и дельтовые, а устьевые взморья - на открытые и полузакрытые (эстуарные). К последнему типу относятся все полузакрытые устьевые взморья различных видов: не очень широкие заливы, неотгороженные блокирующими косами или пересыпями от моря (губы, риасы, фиорды); заливы, отгороженные от моря блокирующими косами или пересыпями (лиманы, лагуны); собственно воронкообразные проливные эстуарии.

Дельты могут быть двух морфологических видов: выпуклые, формирующиеся на полуакваториях устья рек, и вогнутые, формирующиеся на открытых устьях рек. Поэтому все устьевые области рек по подразделяются на четыре типа: простые, эстуарные, дельтовые и дельтовые (табл. 1). Предлагаемая классификация такова и схему эволюции устьев рек. Возможность формирования такой схемы: первый тип развивается в дельтенный и эстuarный тип через промежуточный эстuarий, который переходит в дельтовый.

Строение гидрографической сети дельты контролируется факторами, главными из которых являются сток воды и гидродинамическими факторами, и в конечном итоге определяющими характером сопряжения реки и приемного водема, т. е. в конечном счете определяется морфотектическим типом устьевой области. Однако вследствие этого в этом процессе принадлежит характеру сопряжения реки и приемного водема, т. е. в конечном счете определяется морфотектическим типом устьевой области. Однако вследствие этого в этом процессе принадлежит характеру сопряжения реки и приемного водема, т. е. в конечном счете определяется морфотектическим типом устьевой области. Однако вследствие этого в этом процессе принадлежит характеру сопряжения реки и приемного водема, т. е. в конечном счете определяется морфотектическим типом устьевой области.

ЮВНІ

Большое разнообразие морфогенетических типов устьевидных областей предполагает наличие характерных гидрографических признаков, свойственных основным группам речных устьев, развивающихся по типу выполнения (естуария, риаса, губы, лимана, лагуны) или выливания (на открытом морском побережье). Поскольку под

**Несущих рек**  
Наибольшие затруднения при трассировании суповых ходов возникают в митогорукавных устьях рек вследствие расщепления потока воды и напоев по дельтовым рукавам, приводящего к существенному изменению их характеристики - уменьшению разме-

Информация о гидрологической обстановке

морском крае андезиты и транзитных речных наносов в зоне сопряжения русловой бороздины с каналом, углубление бороздины;

Недифференцированные устьевые области и их части по морфологическим признакам			
Устьевой участок реки	Устьевое впадение	Устьевая область реки	Примеры устьевых
реки	впадение	реки	реках

ров, водности и глубин, а также из-за мелководности выходов рек в море, где происходит формирование устьевых баров.

Характерные рисунки гидрографической сети для основных типов устьевых областей

Таблица 2

Тип устьевой области	Степень развития устьевой	Рисунок гидровой сети
Простая уступная	любая дебовая	одиночные русла одиночные русла
Эстуарно- дельтовая	неполное заполнение длином долинного залива (губы, рога, лиман)	протяжно-поперечный с двумя главными рукавами
Дельтовая	неполное заполнение длином устьевой лагуны	переплетающий с несколькоими магистральными рукавами

Полное заполнение  
длином устьевой лагуны

всегда дельты выдвижения с  
встречными рукавами с  
ретиональными дельтами  
в устьях

одиночные русла  
от ветвящихся одиночных  
рукавов до ветвящихся  
перекрещивающихся  
многорукавных

Большое значение имеет расположение дельты на берегах, на которых имеются различные гидрографические объекты. Наиболее распространены дельты, расположенные на берегах озер, рек и морей. Дельты рек, расположенных на берегах озер, имеют особенности, отличные от дельт рек, расположенных на берегах морей. Такие дельты называются озерными дельтами. Озерные дельты характеризуются тем, что они образованы из нескольких рукавов, расходящихся из одного места в разные стороны. Рукава эти могут быть различной длины и ширины, но всегда направлены в сторону озера. Озерные дельты являются типичным примером дельт, образованных в результате деятельности человека. Такие дельты называются антропогенными дельтами. Антропогенные дельты характеризуются тем, что они образованы из нескольких рукавов, расходящихся из одного места в разные стороны. Рукава эти могут быть различной длины и ширины, но всегда направлены в сторону озера. Озерные дельты являются типичным примером дельт, образованных в результате деятельности человека. Такие дельты называются антропогенными дельтами.

**Выбор судового рукача в дельте.** В практике отечественного и зарубежного речного судоходства морских многорукавных устьев рек используются различные подходы к выбору соответствующего рукача - от широких многоводных до узких маловодных, но долговременной эксплуатации созданных судоходных трас. не дает оснований для отрицательного вывода. Более рациональным представляется решить этого вопроса в рамках однотипных морфологических дельт.

1. Для многорукавной дельты выдвижения с вееро-переплетающимися руслами в устье в рамках однотипных морфологических дельт.

2. В морских многорукавных дельтах с веерной гидрографической сетью из одиночных магистральных рукавов на умеренно отмеченном участке из-за волнений со свалом глубин и стоком наносов менее 20 млн. тонн в год (Устье Яны, Индрик), трассы судового хода следуют прокладывать в наиболее многоводном дельтовом рукаве, где естественные глубины и ширина мелкенного русла позволяет поддерживать гарантированные габариты судового хода для судов класса "река-море" в течение всей навигации.

3. История освоения многорукавных дельт выдвижения с засыпанием и переплестием гидрографической сети, активно выдвигающихся на очень отмеченном участке из-за волнений со свалом глубин и стоком наносов менее 20 млн. тонн в год, наиболее перспективным направлением следует считать выбор наиболее маловодного рукача, защищающего менее 10-20% стока направления в дельте Волги.

4. Для многорукавной дельты выдвижения с веерно-одиночными магистральными рукавами, слабо выдвигающейся на умеренно пригубном участке из-за волнений со свалом глубин и стоком наносов более 50 млн. тонн в год, наиболее перспективным направлением следует считать выбор наиболее маловодного рукача, защищающего менее 10-20% стока в дельте Дунай.

При выборе среди него по водности или многоводного рукача в вариантах 1 и 2, не являющихся естественными направлениями главного русла реки, возникают сложности на заходе в такие рукава из-за формирования в их истоках отмелых перекатов, требующих глубокого углубления (проток Глубокий в дельте Лены и проток Балтийский в дельте Яны). При выборе среди дельт по водности рукача в вариантах 1 и 3 возникают трудности при освоении водного пути на перекатах из-за потери до 50% стока воды в результате оттока в смежные системы дельтовых водотоков (Харбинский перекатный участок на Бахтемирском направлении в дельте Волги).

**Выбор способа выправления.** Активизация русел дельтовых рукавов говорит о необходимости учета ретиональных особенностей гидролого-морфологических характеристик последних и специфики их русловых деформаций (табл. 3).

1. Транзитные магистральные рукава слабо выдвигающиеся многорукавных дельт на умеренно отмеченном участке из-за волнений со свалом глубин и стоком наносов менее 20 млн. тонн в год (Устье Яны, Индрик), трассы судового хода следуют прокладывать в наиболее многоводном дельтовом рукаве, где естественные глубины и ширина мелкенного русла позволяет поддерживать гарантированные габариты судового хода для судов класса "река-море" в течение всей навигации.

2. Углубление выбранных рукавов для судоходства в многорукавной сильноВыдвигающейся дельте с ветвящимися и переплетающимися гидрографической сетью на очень отмеченном участке из-за волнений со свалом глубин и стоком наносов менее 20 млн. тонн в год (Устье Яны, Индрик), трассы судового хода следуют прокладывать в наиболее многоводном дельтовом рукаве, где естественные глубины и ширина мелкенного русла позволяет поддерживать гарантированные габариты судового хода для судов класса "река-море" в течение всей навигации.

**Таблица 3**

Теменическое развитие		Рисунок.
Тип услугового взаимодействия	Считают выделяющимся (более 10 м/год)	Слабо выделяющимся (менее 10 м/год)
Умеренное притирбое вздоховья	Быстро-перепадающей (уходы 1-0,1%)	Быстро-одинаковой наносов).
Умеренное отмоеие (уходы 0,1-0,01%)	<p><b>1. Выбор рукава:</b> нет</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>Выбор рукава: средний по волнности (20-30% стока волны и наносов).</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>1) спрямление русла; 2) утупление русла; капиллярованные русла и перечинами дамбами.</p> <p><b>Выбор рукава:</b> средний по волнности (20-30% стока волны и наносов).</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>1) утупление русла; 2) спрямление русла на перечинах.</p>	<p><b>1. Выбор рукава:</b> нет</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>Выбор рукава: маловодный (10-20% стока вззвешенных наносов).</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>1) спрямление русла; 2) утупление и капиллярованные русла и перечинами дамбами.</p> <p><b>Выбор рукава:</b> маловодный (менее 10 м/год) (более 50% стока волны и наносов).</p> <p><b>2. Способы выпрямления:</b></p> <p>1) утупление истоков рука;</p> <p>2) утупление и спрямление судового хода на перекатах;</p> <p>3) спрямление русла вдоль побоченных протоков.</p> <p><b>1. Выбор рукава:</b> средний по волнности (15-20% стока воды и наносов),</p> <p>2. Способы выпрямления: распространения стока воздвижением:</p> <p>1) регулирование истоков;</p> <p>2) утупление истоков;</p> <p>3) утупление и канализование русла;</p> <p>4) регулирование стока боковых протоков.</p> <p><b>1. Выбор рукава:</b> средний по волнности (15-20% стока воды и наносов),</p> <p>2. Способы выпрямления: распространения стока воздвижением:</p> <p>1) регулирование истоков;</p> <p>2) утупление истоков;</p> <p>3) утупление и канализование русла;</p> <p>4) регулирование стока боковых протоков вместе с заветками и полуподрывами</p>

истоков до отсыпного створа. Потерю стока по линии рукава можно избежать сооружением полузаупруд в истоках, отсыплющихся боковых рукавов.

## Способы выправления и углубления устьевых барон

5. Для регулирования глубин при межнаных уровнях используют устройство поплещенных дамб, обеспечивающих плавность фарватера и стабилизацию русла на реках с невыработанным профилем дна.

### Способы выпрямления и углубления устьевых баров

Устьевые бары являются основным фактором, затрудняющим эффективность регулирования морских устьев рек и ограничивающим перекозы в соединении река-море. Для обеспечения гарантированных габаритов путь в неприливных устьях многогруженных дельт практически повсеместно используются землесосы. При этом эффективность землесосных работ на устьевых барах зависит от соответствия выбраным способом регулирования современным гидрологическим состоянию барового участка в рамках однотипных морфогенетических разновидностей устьевых баров.

Представляя собой конус выноса дельтового рукава на взморье, устьевой бар прежде всего отражает в своей морфологии и динамике элементов полного цикла наибольших характерных черт речного потока. Особенности морфологии дна и специфика гидрофизических процессов в зоне втекания речного потока в приемный водоток определяют условия его растекания, аккумуляции напосос, и в конечном итоге, режим деформаций устьевого бара и способы его регулирования. По относительной роли речных и морских факторов устьевые бары подразделяются на следующие типы [17, 18]:

- 1) речной (локализующее влияние речных факторов) с интенсивным выдвижением в море в течение всего года или половины;

2) речно-морской (заметно влияние морских факторов) с выдвижением в половодье и разрушением бара в межень (частичное или полное);

3) морской (доминирующее влияние морских факторов).

От типа 1 к типу 3 постепенно уменьшается роль стока воды и наносов и увеличивается роль волнения в формировании устьевого бара. Соответственно уменьшается длина бара, укорачиваются устьевые кости, расширяется русло. При увеличении роли волнообразного потока наносов увеличивается асимметрия устья и бара.

Выбрав соответствующий руслов в дельте и приступив к его регулированию, следует ясно представлять себе, что углубление и перераспределение стока в нем обязательно находит непосредственно отражение в режиме течений и стоке наносов. Это, в свою очередь, приведет к нарушению сложившейся динамического равновесия между водотоком и устьевым баром и к перестройке половодного рельефа. В частности, смягчение и активизация дельтового руслова влечет за собой смещение зон «трасти» и аккумуляции речных наносов в сторону моря и восстановление формы устьевого бара на некотором удалении от первоначального положения. Применение этого процесса происходит тем быстрее, чем большее количество наносов начинает выполнять регулируемый дельтовый руслов.

#### Варианты способов регулирования (табл. 4).

1. Для устьевых баров речного типа с длинными извилистыми пойменными бороздами на очень отмелях устьевых взморьях единственным действенным средством поддержания гарантированных габаритов судового хода является создание соединительного канала через мелководный гребень бара и сооружение ограждающих параллельных ламб для предотвращения разтекания речных вод из канала и защиты канала от заносимости вдоль береговыми течениями (устевые бары протоки Средней в дельте Индр и протока Бахтемир в дельте Волги). Трассу соединительного канала надо расположить под небольшим углом к преобладающим ветрам и волнениям и гостеприимным береговым течениям. Канал должен кончаться за прецессами свала глубин.
2. Для некоторых разновидностей устьевых баров речного морского типа, формирующих разветвленные системы подводных баровых бороздин длиной не более 10 км на умеренно отмельных устьевых взморьях, первоочередной задачей является выбор баровой бороздины для прокладки судового хода. Практика путевых работ на барах северных рек свидетельствует о положительном эффекте при трассировании судового хода в малоактивных боковых бороздинах, не являющихся естественным продолжением русла дельтового русла (Восточная бороздина на устьевом баре протоки Глазовского реки Яны). Следующим этапом регулирования является разработка плотогребательной прорези через устьевый бар, а затем углубление и уширение всей баровой бороздины от истока до устья. Отвалы грунта следует располагать либо на подводном осерефике,

Способы регулирования устьевых баров в многорукавном непримывом устье реки

Таблица 4

Тип устьевого взворья	Речной	Речно-морской
Очень отдаленное (удален - менее 0,01%)		
Умеренное отдаленное (удален - 0,1-0,01%)	Нет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор направления соединительного канала;</li> <li>2. Сооружение отстойника в зоне сопряжения баровой бороздины и канала;</li> <li>3. Сооружение ограничительных ламб вдоль канала;</li> <li>4. Землечерпательные работы в канали.</li> </ol>
Нет		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор баровой бороздины;</li> <li>2. Канализационные баровой бороздины;</li> <li>3. Выбор направления прохода на заходе в канал со стороны моря;</li> <li>4. Землечерпательные работы в канали;</li> <li>5. Выбор места расположения отвалов грунта на крыльях бара для ограничения разтекания речных вод.</li> </ol>
Нет		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Канализационные баровой бороздины;</li> <li>2. Выбор направления прохода на заходе в канал со стороны моря;</li> <li>3. Сооружение отстойника выше канала;</li> <li>4. Сооружение волноизменительных II отрадительных ламб;</li> <li>5. Оборудование прорезей-ловушек для волнисторусла;</li> <li>6. Землечерпательные работы;</li> <li>7. Сооружение шлюзовинного обходного канала и аванпорта в море.</li> </ol>

либо на кромках прорези для уменьшения растекания речных вод по крыльям устьевого бара. Низовую часть канала, соединяющего открытое предустьевое пространство моря за пределами свала глубин с баровой бороздой, следует располагать в направлении или под небольшим углом к преобладающим волнениям и вдоль берегового течения.

3. Наиболее распространенная разновидность речно-морских устьевых баров на умеренно-притягивающем устьевом взморье, обладающих повышенной динамичностью морфологических элементов в различных фазах гидрологического режима реки и имеющих незначительные размеры (длина не более 1 км), требует проведения комплекса дноуглубительных и выпрямительных работ (протоков Прорва в дельте Дуная, устья Даугавы, устья Сулака, Куры и Терека). Рекомендуется помимо дноуглубления на гребне бара использовать парные волостеснительные дамбы, выводящие устье водотока на большие глубины, где соотношение впадения реки и моря изменяется в пользу морских разрушающих факторов (ретроградация устья Сулинского рукава в дельте Дуная). При значительной опасности устьевого канала радикальным средством может являться искусственное уменьшение стока наносов в водотоке, которое обеспечивается сооружением отстойников выше устьевого створа или изменением в пользу морских разрушителей канала. Для перехода в зоне сопряжения баровых бороздами с каналом. Для перехода вольберговых наносов оборудуются прорези-ловушки непосредственно на акватории устьевого бара параллельно оси канала. В случае малой эффективности перечисленных способов поддержания габаритов судового пути следует сооружать шлюзовый судоходный канал в обход устьевого бара с выходом на участки морского побережья с возможностью большими глубинами при ограничении режимом вольберговых потоков наносов.

Однако искусственное увеличение длины баровой борозды на речных устьевых барах после сооружения соединительного канала на очень отмелых устьевых взморьях влечет за собой изменение характеристик потока в баровой борозде: обычно уменьшается ее ширина и увеличивается кривизна излучин в зоне сопряжения естественной борозды с каналом.

Канализирование баровой борозды речно-морских устьев баров на умеренно отмелом устьевом взморье приводит к резкому сокращению ее естественной ширини и к возникновению серии пологих излучин по длине канала. Небольшая длина барового канала (не более 10 км от устьевого створа до морского края бара) позволяет в межень морским соленым водам проникать не только в канал, но и далее в дельтовый рукав. Это приводит к смещению зоны раздела пресных речных и соленых морских вод по длине канала и возможному локальному мест аккумуляции речных наносов. В то же время расположение галоклина в баровой борозде при минимальном речном стоке обуславливает ее меньшую зависимость, так как основной сток воды и наносов следует по смежной системе баровых борозд. Проникновение соленных морских вод после

утглубления баровой борозды вверх по течению на 20-30 км (протока Главное Русло дельты Яны) порождает проблемы в водоснабжении приморских населенных пунктов и промышленных объектов.

Сооружение соединительных каналов на отмелях устьевых взморий и интенсивное дноуглубление их приводят к существенному перекрестлению стока воды и наносов во всей системе дельтовых рукавов, активизируя один из них и провоцируя отмирание других (создание Волго-Каспийского канала привело к резкой дифференциации пропускной способности различных систем рукавов в дельте Волги).

#### Заключение

Необходимость создания научно-обоснованной концепции строительства регулирования морских устьев рек и разработка долгосрочной стратегии охраны и рационального использования природных богатств устьевых областей рек России очевидна. Однако, несмотря на то, что к настоящему времени разработаны и обоснованы основные положения теории дельтогенерации [7, 10, 15, 16, 20], установлен ряд важных закономерностей в формировании устьев рек, а так же успешно развиваются гидрологическая и геоморфологическая концепции развития речных морфологических типов морфометрических и русловых процессов позволяют делать, создать унифицированный нормативный документ по регулированию всех типов морских устьев рек для целей судоходства не представляется возможным. Более того, многообразие морфологических типов речных устьев и сложность региональной специфики гидрого-морфометрических и русловых процессов позволяет усомниться в целесообразности создания региональных схем рациональной преставляемая задача создания региональных схем регулирования морских устьев рек применительно к отдельным морфологическим типам устьевых областей и речных дельт, в том числе отдельно для устьев рек, расположенных в зоне широкого распространения многостенкерных пород.

#### Литература

1. Аполлов Б. А. По вопросу углубления Игольникового, Беллинского и Никитинского фарватеров дельты р. Волги // Наш край, 1926, №3.
2. Баланин В. М. Материалы к проектированию судоходного соединения р. Волги с Каспийским морем // Управление работ по устройству Волго-Каспийского канала. Вып. 1. Астрахань, 1925.
3. Богуславский Н. А. О судоходных условиях в устьях Волги и северной части Каспийского моря и о мерах, необходимых для восстановления судоходства на этой части дельты // Материалы для

описания русских коммерческих портов и истории их сооружения. Вып. IV, СПб. 1985.

4. Божич П. К., Доманевский Н. А. Регулирование морских побережий и устьев рек. М.-Л.: Морской транспорт, 1948.

5. Бутаков А. Н. Русловые процессы в устьях судоходных рек. М.: Транспорт, 1981.

6. Валединский В. В. Улучшение судоходных условий дельты р. Волги и схема ее гидрологического режима // Бюлл. ГГИ. № 7-8. 1922.

7. Гидродинамика береговой зоны и эстуариев // Л.: Гидрометеоиздат, 1970.

8. Дегтярев В. В. Улучшение судоходных условий сибирских рек. М.: Транспорт, 1987.

9. Заносимость морских портов и каналов и способы борьбы с ней. М.: Изд-во ин-та "Союзморниипроект", 1958.

10. Коротаев В. Н. Геоморфология речных дельт. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991.

11. Коротаев В. Н., Михайлов В. Н. Русловые процессы в устьевых областях рек и научные основы их регулирования // Эрозионные и русловые процессы. Луцк, 1991.

12. Коротаев В. Н., Чалов Р.С. Экспедиционные исследования устьев северных рек для обоснования рекомендаций по улучшению условий судоходства (методика, задачи, результаты) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, География, 1978. № 6.

13. Ларра Дж. Устья, эстуарии, лагуны и дельты. М.: Изд-во, ВИНТИ, 1966.

14. Ляхницкий В. Е. Общие основания улучшения судоходных условий рек, подверженных действию морских приливов, и необходимых при этом исследований. 1918.

15. Мак-Доэлл Д. М., О Коннор Б. А. Гидравлика приливных устьев рек. М.: Энергоатомиздат, 1983.

16. Михайлов В. Н. Динамика потока и русла в неприливных устьях рек. М.: Гидрометеоиздат, 1971.

17. Михайлов В. Н., Рогов М. М., Макарова Т. А., Полонский В. Ф. Динамика гидрографической сети неприливных устьев рек. М.: Гидрометеоиздат, 1977.

18. Михайлов В. Н., Рогов М. М., Чистякова А. А. Речные дельты. Л.: Гидрометеоиздат, 1986.

19. Полонский В. Ф., Лупачев Ю. В. Скриптонов Н. А. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.

20. Самойлов И. В. Устья рек. М.: Географиз, 1952.