

© Журнал «Инженерная экология», № 5, 2005 г.

© Издательство «Инженерная экология», Москва, РФ.

Геоэкология: крупные реки Амурской области
(современное геоэкологическое состояние и динамика развития, проблемы природопользования и возможные пути их решения)

М.Н. Гусев, Ю.В. Помигуев

(Россия, Благовещенск)

Введение

Авторитет России в Азиатско-Тихоокеанском регионе и на международной арене во многом определяется социально-экономическим развитием российского Дальнего Востока, что предполагает активное вовлечение в производство местных природных ресурсов. Однако особенности и характер их современного использования часто не соответствует устойчивому развитию региона, так как при этом сильно трансформируется природная среда, увеличивается риск хозяйствования, что в итоге ухудшает качество жизни.

Сложившееся экологическое состояние региона во многом предопределено своеобразием развития дальневосточной природы, значительная часть которой принадлежит бассейну р. Амур.

Геосистема бассейна – типичный экотон. Для него свойственны относительно высокие климатические, морфографические, тектонические, гидрологические градиенты, определившие морфологическую, литолого-петрографическую, ландшафтную пестроту. Отсюда многообразие природных процессов, отличающихся крайне высокой неравномерностью, динамичностью и повышенной чувствительностью к изменениям внешних воздействий; ранимостью природных комплексов.

Особое сочетание природных условий во многом предопределено своеобразием географического положения амурского бассейна.

В отличие от других крупных речных бассейнов России (Северной Двины, Волги, Оби, Енисея, Лены и др.), ориентированных субмеридионально, дренируемая Амуром территория ориентирована субширотно. Это обусловило тот факт, что в развитии природных комплексов Приамурья проявляет себя не только и не столько фактор природной поясности, сколько фактор секторности.

Именно с этим связано повышение природных градиентов и, как результат – сравнительно высокая пестрота природных объектов, их повышенная уязвимость. В этих условиях проблема рационального использования природных ресурсов Дальнего Востока приобретает чрезвычайную важность и значимость. Она во многом определяется ещё и недостаточной изученностью современного состояния природных объектов, характера и режима их функционирования, специфики развития природных процессов и явлений.

Особой опасности общество подвергает себя, когда нерационально использует водные, прежде всего речные ресурсы.

Реки – одни из наиболее динамичных природных объектов. Их развитие характеризуется высокой пространственно-временной изменчивостью и относительно низкой предсказуемостью. Последнее связано, не в последнюю очередь, с недостаточными знаниями одного из самых распространённых и в то же время одного из самых мало изученных минералов Земли – воды, тем более – текущей воды. Известно: антропогенные нагрузки на речную сеть зачастую приводят к необратимым изменениям в развитии речных систем [1], резкому росту природных (гидроморфологических, гидрохимических, гидробиологических) опасностей вдоль рек. Поэтому при исследовании проблемы рационального использования речных ресурсов особое внимание требуется уделять изучению деятельности рек. В нашем случае – особенно крупных рек (Амур, Зея, Бурея), составляющих фундамент геосистемы бассейна р. Амур.

В концентрированном виде проблема рационального использования природных ресурсов (прежде всего, речных) характерна для всей территории Амурской области.

Её речная сеть одна из самых разветвленных в России, насчитывает около **44 10³** водотоков. Наиболее крупные реки, длиной более **500 км** (Амур, Зeya, Бурея, Селемджа), до недавнего времени образовывали *одну из самых протяженных* (суммарной длиной около **2,5 10³ км**) *водотранспортных сетей России*.

Вдоль судоходных рек расположились наиболее крупные населенные пункты и плодородные сельскохозяйственные земли, сосредоточилась основная промышленная база области.

Однако здесь значительно хуже, чем в других регионах России, обстоит дело с изученностью функционирования бассейнообразующих водотоков, их современного состояния (и не только потому, что имеется относительно разреженная сеть постов по наблюдению за гидрологическим и русловым режимами). В последние 12-13 лет, к этому добавилась недоступность (закрытость) результатов подобных наблюдений (по причине их крайне высокой стоимости, установленной гидрометеослужбой). Плохо, что сильно ограничиваются возможности научных исследований, препятствуя познанию закономерностей эволюционирования всей геосистемы Амура, еще хуже - что возрастает риск хозяйствования вдоль рек, снижается надежность прогноза развития речной сети, искусственно сдерживается разработ-

ка концепции устойчивого природопользования в бассейне р. Амур.

В тоже время деятельность местных рек (особенно крупных) порождает опасные ситуации и приводит к большим материальным и моральным потерям. Например, несмотря на значительное зарегулирование стока Амура ниже впадения Зеи, случающиеся наводнения продолжают причинять хозяйству Приамурья многомиллионные убытки. Еще памятен огромный ущерб от наводнения 1984 г., составивший в Амурской области и Хабаровском крае соответственно 242 и 70 млн. руб. [2].

Сложился явный перекося в соотношении использования речных ресурсов и степени изученности современного состояния и развития рек области в сторону их практического освоения. Это обстоятельство во многом ограничивает дальнейшее использование водных ресурсов на принципах *устойчивого природопользования* [3]. Для устранения указанного ограничения требуются, прежде всего, глубокие знания о современном состоянии рек, особенности их динамических характеристик.

Это позволит лучше представлять особо опасные процессы, связанные с работой водных потоков, выявить источники и участки повышенной геоэкологической опасности, что, как показывает опыт, жизненно важно.

Научный аспект проблемы рационального использования речных ресурсов

На наш взгляд, принципиальным положением понятия «*рациональное природопользование*» следует считать соответствие деятельности человека характеру и направленности развития природы. Поэтому, как и другие исследователи [4], [5], [6], [7], *будем считать рациональным такое природопользование (хозяйствование), когда деятельность человека не противоречит целесообразности развития геосистем, не ведет к их деградации и в конечном итоге - к резкому ухудшению условий проживания человека, то есть носит максимально адаптивный характер.*

Такое еще возможно, если не будет нарушено динамическое равновесие внешних условий [3]. Поэтому решение проблемы рационального природопользования лежит, прежде всего, в области познания *закономерностей в развитии геосистем, особенностей их взаимодействия от внешних условий*. При этом внутренние и внешние причинно-следственные связи действуют во многом благодаря и по-

средством объединения компонентов геосистем. *Эту объединяющую роль выполняет земная поверхность. Рельеф* рассматривается, как связующее звено, арена природных, хозяйственных, социальных и т.п. «сценариев». Многочисленные природные процессы прямо и косвенно находят проявление в особенностях строения и динамики земной поверхности.

С другой стороны, *рельеф* – наиболее консервативный компонент ландшафтов с характерным временем изменений большим, чем характерные времена изменений других его компонентов. Это даёт основание рассматривать рельеф, как «запоминающее устройство». Благодаря этому рельеф во многом и в главном «задаёт» развитие различным природным процессам. Доказывается, например [8], [9], что даже *развитие биокосных и биотических природных комплексов зачастую определяется динамикой рельефа*. Поэтому проблема рационального природопользования должна преломляться, прежде всего, через призму

особенностей рельефообразования. Это даёт основание выделить в её общей проблеме геоморфологический аспект и рассмотреть его более подробно.

Действительно, с точки зрения современного представления о рельефообразовании [10], [11], [12], [13] земная поверхность – результат Глобального Круговорота вещества, энергии и информации (ГК). Для него характерны 2 противоположно направленных (восходящий и нисходящий) литопотока [10].

Результаты исследований последних лет в смежных отраслях науки (морской геологии, континентальной геодинамики, планетологии, геоморфологии) свидетельствуют о том, что для эволюции Земли наибольшее значение имеют не столько тектонические структуры, сколько сама земная поверхность [13]. Изучая организацию, механизмы функционирования и развития литопотоков, познается одно из планетарных и всеобщих явлений, которое во многом создаёт условия и пределы развития остальным природным процессам. Это имеет важное методологическое значение и в вопросах рационального природопользования.

Поэтому получение знаний о своеобразии и закономерностях развития системообразующего компонента геосистемы – земной поверхности составляет основу геоморфологического аспекта проблемы рационального природопользования.

Общая структура ГК, прежде всего, связана с потоками солнечной энергии и природой физических полей Земли (гравитационного, электромагнитного и др.) [11], [14], [15]. Их взаимодействие обеспечивает непрерывный транспорт в ГК потоков вещества, энергии и информации. Результат их синергий определяет морфологический облик поверхности суши, представленный совокупностью водолитосборных бассейнов, функционально связанных (динамически и пространственно) и соподчинённых иерархически.

В пределах каждого водолитосборного бассейна действует система рельефообразующих процессов, перераспределяющих бассейновые ресурсы (в виде водных и минерально-органических веществ). В ходе подобной трансформации образуются, развиваются и уничтожаются различные формы рельефа. Иными словами динамика рельефа и массо-энергоперенос – это звенья единого процесса,

направленного на развитие поверхности бассейна, в соответствии с общим ходом ГК.

Среди всего комплекса рельефообразующих процессов, участвующих в общем массо-энергопереносе, наиболее заметный вклад по объёму переносимых веществ, участвующих в составе нисходящей ветви ГК, принадлежит эрозионно-аккумулятивным процессам [1], [16]. С ними связано образование и развитие флювиального рельефа. Их рельефоформирующий результат обусловлен совокупной деятельностью поверхностных водотоков. Установлено [17], что из всего объёма, удаляемого за пределы суши вещества Земли, около 90% выносят реки. Это обусловлено той ролью, которую играют реки в общем развитии бассейновых геосистем. Занимая самый нижний гипсометрический уровень, они осуществляют дренаж всей территории бассейна, а значит – непосредственно влияют на особенности развития всей дренируемой территории. Благодаря водотокам осуществляется пространственно-временная взаимосвязь различных частей суши Земли, обеспечивается слаженность в развитии отдельных её составляющих.

В этом смысле водные потоки иногда отождествляют с «кровеносными сосудами Земли» [11], [18]. Можно утверждать: одна из главных функций рек – перераспределение вещества, энергии и информации по поверхности суши Земли. Поэтому функция водных потоков в ГК по праву считается одной из центральных, с ней связаны особенности функционирования поверхностной составляющей единого ГК. Становится ясной в связи с обсуждаемой темой и необходимость изучения деятельности водотоков применительно к конкретному речному бассейну.

В пространственном масштабе сеть водотоков, дренирующая водолитосборные бассейны, привязана к системе тальвегов в топологическом каркасе земной поверхности. В структурном исследовании рельефа анализ рисунка тальвегов и речных сетей занимает одно из важных мест.

Считается [19 - 22], что речная сеть «организует» явления массоэнергопереноса внутри бассейна, «задаёт» направления развития другим природным процессам.

Поэтому при решении задач рационального природопользования изучение топологической структуры бассейна, в частности рисунка

речной сети, что очень важно. Благодаря закономерному сочетанию водотоков, они стали рассматриваться исследователями как целостные образования - *речные системы* [23 - 27].

Одна из особенностей развития речных систем – специфика форм и характера функционирования потоков вещества, энергии и информации в их пределах. В отличие от всего бассейнового ресурсного пространства, здесь *массоэнергоперенос характеризуются повышенной динамичностью, ярко выраженной линейной ориентацией. Функционирует он посредством существования водной текущей среды, задающей непрекращающийся процесс транспорта бассейнового вещества.* В ходе его развивается целый спектр разнообразных *руслowych образований*: от волн песчаной ряби до плёсов, перекатов и таких форм, как русло, пойма. Причем русловые образования упорядочено взаимосвязаны. Они иерархически соподчиняются друг с другом и характеризуются повышенной динамичностью. Морфологические изменения в строении этих форм отражают особенности транспорта бассейнового вещества на выходе из системы «речного бассейна».

Поэтому представляется логичным изучать [28 - 31] развитие речных систем не только как совокупность взаимосвязанных и определённым образом организованных линий и узлов, но и как *совокупность русловых форм, объединённых в целостные морфологические образования, – геоморфосистемы «днища речных долин» (ДРД).*

В состав ДРД входит совокупность форм существенно флювиального происхождения (*русло с островами, береговые откосы, пойменные массивы*), с помощью которых водоток осуществляет массоэнергоперенос наиболее эффективно в условиях всего диапазона объёмного расхода воды.

Их динамика отражает весь объём перемещаемого вещества и особенности процесса [32] в рамках характерного масштаба времени.

Практические аспекты проблемы рационального использования речных ресурсов

Учитывая принцип взаимообусловленности развития водолитосборных бассейнов и рек в вопросах устойчивого природопользования на территории бассейна р. Амур, очень важно знать современное состояние и представлять проблемы практического использования *главных водотоков Приамурья.*

Исследование динамики ДРД позволяет получить количественные параметры потоков бассейнового вещества, охарактеризовать бассейновый массоэнергоперенос более полно.

Согласно современным представлениям *транспорт наносов* составляет содержание деятельности водных потоков [16], [32], [33].

Заметим: *транспорт наносов осуществляется не только по дну, но и во взвеси.*

Взвешенные наносы обычно слагают поверхностно связанные *пойменные массивы*. Поэтому исследование транспорта наносов будет неполным, если ограничиваться только изучением *комплекса форм в русле и типов русел*. Необходимо изучение и сопряженных с ними *пойменных массивов*, то есть рассматривать днище долины целиком.

Таким образом, учитывая роль и значимость деятельности рек в развитии всей бассейновой геосистемы, становится очевидным, что проблема рационального использования природных (в первую очередь, речных) ресурсов требует разработки особого, *научно-методического подхода в изучении деятельности рек.*

Основным принципиальным положением предлагается считать тезис, предложенный в [16], согласно которому *работу водных потоков и развития дренируемой ими территории необходимо рассматривать в тесной взаимосвязи и во взаимообусловленности.*

Это означает, что научные исследования проблемы рационального природопользования вообще и, в частности, применительно к территории бассейна р. Амур предпочтительнее проводить *на принципах системности и бассейнового подхода.*

Предполагается, что результаты такого подхода позволят *моделировать развитие геосистем в условиях различия характера природопользования.* Последнее особенно важно при решении практических задач территориального управления на принципах устойчивого развития и природы, и общества.

Практическая проблема рационального использования рек в Амурской области имеет несколько аспектов.

Гидроэнергетический аспект проблемы. В области сосредоточено 67% экономически доступных гидроресурсов юга Дальнего Востока (ДВ), суммарный запас гидроэнергии

оценивается от 46 до $58 \cdot 10^9$ кВт ч, а экономически эффективной – около $30 \cdot 10^9$ кВт ч. Это значительно больше, чем для рек Приморского и Хабаровского краев, экономически эффективный потенциал которых соответственно равен $1,9 \cdot 10^9$ кВт ч и $5,5 \cdot 10^9$ кВт ч [34].

Даже с учетом ввода Бурейской ГЭС используется только 18% этого потенциала. Значит, гидроэнергетика области имеет все возможности дальнейшего развития. По сравнению с ТЭС гидроэлектростанции (ГЭС) – экологически относительно чистый и самый дешевый способ получения электроэнергии.

Вместе с тем, крупные ГЭС вносят существенные изменения в деятельность рек, что приводит к негативным последствиям, наносит ущерб природным ресурсам (биоресурсам, гидроресурсам, сельскохозяйственным ресурсам), водному транспорту, а в итоге – экономике. Здесь надо отметить, что и на федеральном, и на региональном уровнях до сих пор отсутствуют необходимые законодательные нормативно-правовые основы экологического обеспечения гидростроительства [35].

Первым шагом в решении существующей проблемы должна стать организация комплексного геоэкологического мониторинга крупных рек Дальнего Востока и, прежде всего, Амурской области. Решение данной задачи важно для организации безопасного хозяйствования. Без этого вряд ли возможно избежать невосполнимых экономических, социальных и геополитических потерь.

Социально-хозяйственный аспект. Об экономическом ущербе от наводнений уже упоминалось выше. Наводнение – ныне понятие преимущественно социальное, ассоциируется, главным образом, с негативным воздействием паводков на условия проживания людей. К этому можно добавить последствия размывы берегов и связанные с ними существенные преобразования русла и поймы.

Однако для природы наводнения – скорее даже благо. В период высоких паводков ложе рек очищается, улучшаются дренажные условия долин, а в пределах пойменных массивов откладывается наилок, обеспечивающий естественное возобновление плодородия пойменных почв.

При разумном хозяйствовании можно избежать и нежелательных для людей последствий разливов рек, разумно сохраняя это столь естественное и необходимое для гармо-

ничного развития природы (а значит совершенное во благо общества) широко распространенное природное явление и рождаемое им полезные в принципе последствия.

Геополитический аспект проблемы. Амурская область – один из немногих приграничных регионов России, где государственная граница (длиной около 1260 км) проходит по фарватеру одной из крупнейших рек мира. Закрепление границы на суше не вызывает больших проблем, поскольку она определена и строго установлена на местности. На реке выполнить это непросто, поскольку деятельность водотоков – вообще, и таких мощных, как Амур характеризуется повышенной динамичностью.

В силу гидродинамических и физических свойств водотокам свойственны резкие и частые миграции их динамической оси, а с нею и фарватера реки. Реки быстро реагируют на все изменения со стороны внешних условий перестройкой руслового рельефа и, таким образом, – положения фарватера в плане.

Поэтому участок государственной границы, проходящий по Амуру – пожалуй, самый динамичный в России. Любые инженерные мероприятия в пределах его русла и берегов отражаются на состоянии реки, прямо и косвенно влияют на положение границы. Незнание особенностей работы рек, закономерностей русловых преформирований, их недоучет не только порождает серьезные межгосударственные проблемы, но уже привело к потере Россией части её территории.

Переход фарватера в пределы левосторонних протоков на отдельных участках Амура, во многом вызванный целенаправленной деятельностью человека, обусловил вынужденную передачу ряда принадлежащих России амурских островов Китаю при недавней демаркации границы с этой страной.

Воднотранспортный аспект проблемы. С давних времен крупные реки Амурской области выполняют функцию надежной транспортной магистрали. В условиях современных экономических преобразований это свойство рек стали использовать неоправданно редко, переложив подавляющую часть грузоперевозок по территории Дальнего Востока на автомобильный и железнодорожный транспорт.

Однако роль и значение рек, как водно-транспортных путей в экономическом разви-

тии региона остаются огромными. Энергоёмкость (а значит и себестоимость) грузоперевозок по рекам в сравнении с другими видами транспорта значительно ниже. Так, относительные затраты энергии на 1 т км перевозок для различных видов транспорта составляют [36]: для водного – 0,2...0,8; для железнодорожного – 1; для автомобильного – 8...10.

Следовательно, развитие речного флота экономически целесообразно. При этом нет необходимости сооружать сложные и дорогостоящие пути: они созданы природой. Чтобы эффективно поддерживать работу речного транспорта, требуется знать особенности и закономерности развития русел, берегов и поймы.

Вместе с тем, современная судовая обстановка на реках Амурской области сложная.

Причин этому несколько. В силу природных условий водотоки Дальнего Востока (в том числе - на территории Амурской области) отличаются крайне неравномерным стоком.

В естественных условиях паводковые расходы воды могут превышать меженные в сотни и тысячи раз.

Скорость подъема уровня воды достигает 2-3

м/сут (регистрировалась уровни и до 5 м/сут). Это приводит к интенсивным переформированиям русла и берегов. Особенно значительны они на перекатных участках.

В СССР проблема судоходства решалась посредством ежегодных дночерпательных и выправительных работ на труднопроходимых для судов участках рек. Среднегодовые объёмы изымаемого грунта из русел рек Амурской области с 1973 по 1991 г. г. составляли около $3 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

За весь период с 1998 по 2002 г. г. земснарядами Благовещенского района водных путей и судоходства извлечено всего $3,5 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ гравийно-песчано-галечного материала, а среднегодовой объём черпания составил $0,32 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

Из-за резкого уменьшения землечерпательных и выправительных работ гарантированные для судоходства глубины на отдельных перекатных участках уменьшились до опасных значений и возросла степень аварийности передвижения по речным трассам.

Все это резко ограничило судоходство на Верхнем Амуре (выше г. Благовещенска) и Селенджие, усложнило его - на Зее и Среднем Амуре, а Бурея - стала несудоходной.

Современное состояние и динамика рек Амурской области

В последнее время находится всё больше примеров, свидетельствующих о том, что на современную деятельность рек области огромное негативное воздействие оказывает техногенный характер хозяйствования.

Какие же виды антропогенной деятельности в наибольшей степени приводят к нежелательным (с точки зрения условий жизнедеятельности) проявлениям в работе рек?

Рассмотрим это на примере магистральных водотоков области (рис. 1): Зей, Верхнего Амура (от слияния Шилки и Аргуни до устья Зей) и Среднего Амура (от устья Зей до Хинганского Ущелья).

На деятельность многоводной р. Зей заметное воздействие оказывает регулирование её стока.

После строительства Зейской ГЭС произошли существенные структурные изменения в динамике уровневого режима нижнего бьефа реки, вызвавшие соответствующую перестройку в развитии русла, береговых откосов и пойменных массивов (особенно в её нижнем течении на приустьевом участке протяжённостью 150 км).

Во-первых, ликвидированы максимальные паводковые расходы воды, в результате чего река потеряла способность время от времени самоочищаться.

В естественных условиях р. Зей выносила до $0,5 \cdot 10^6 \text{ т}$ наносов, в основном песчаного состава [37]. Этому способствовали относительно высокие расходы воды периода открытого русла, нередко достигающие 2000...2500 и более $\text{м}^3/\text{с}$ в створе гидропоста Белогорье.

В настоящий период среднегодовые расходы здесь уменьшились более чем на 20% и составляют около 1600...1700 $\text{м}^3/\text{с}$ [38].

Это привело к снижению транспортирующей способности реки, что обусловило перестройку процесса переноса обломочного материала. В результате доминирующий в нижнем течении процесс разветвления русла стал более сложным, приобрел новые черты: возросло количество осередков, кос, увеличилась площадь отдельных островов, некоторые из островов прилепились к берегу. Поэтому фарватер реки стал крайне неустойчив, испытывая высокие по амплитуде (до 2 км) миграции по днищу долины.

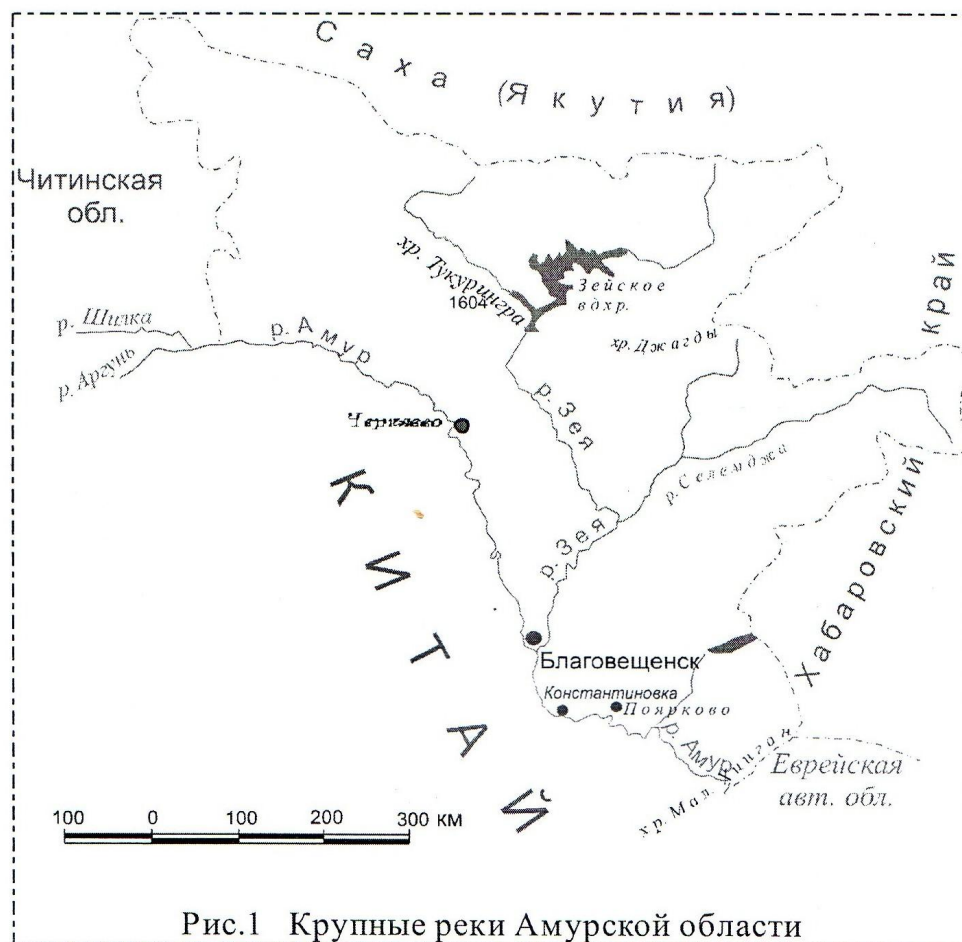


Рис.1 Крупные реки Амурской области

Во-вторых, после создания **Зейского водохранилища** качественно изменился характер внутригодового распределения стока. По данным ООО «Зейская ГЭС» среднесуточные попуски воды составляют $700 \text{ м}^3/\text{с}$, а в зимний период - нередко достигают $1300 \text{ м}^3/\text{с}$.

По сравнению с естественными условиями расходы воды периода закрытого русла могут возрасти более чем в 20...25 раз [39]. Согласно нашим подсчётам среднесуточные зимние расходы в районе с. Белогорье увеличились на р. Зею в 4 раза.

Следствием этого стала **интенсификация русловых деформаций**, проявляющаяся в увеличении скоростей смещения и размеров донных гряд. Плесы и судоходные прорезы в пределах перекатов стали быстрее заноситься. Уже к началу следующей (после проведённого дноуглубления) навигации на отдельных участках реки глубины не всегда соответствуют нормам, необходимым для прохода судов. К настоящему времени **перекатные участки стали ещё длиннее**.

Следствием общего снижения транспортирующей и самоочищающей способности р. Зеи стал проявляться процесс аккумуляции переме-

щаемых рекой наносов. Сравнительный анализ связей уровней и расходов воды в створе с. Белогорье до и после регулирования стока показывает, что **наметилась тенденция наращивания оттока ложа реки в её нижнем течении** [38].

В наши дни, в условиях резкого снижения объёмов дноуглубительных работ, эффект регулирования р. Зеи стал ещё более очевидным. Во многом с этим связано понижение судоходных проектных глубин на величину более 0,6 м [39]. Это **исключает сквозное судоходство и требует организацию рейда**, когда суда будут вынуждены простаивать в ожидании подхода волны попуска. В результате в пределах нижнего 150 км отрезка р. Зеи условия судоходства стали небезопасными.

После сооружения Зейской ГЭС изменился и характер внутрисезонных колебаний уровня воды, связанных с периодическими попусками воды из водохранилища в течение суток и во время рабочей недели [39].

Частые колебания уровня воды вызывают **перестройку руслового рельефа и связанные с ними не менее частые миграции динамической оси потока и фарватера реки**. Это не только лимитирует проход судов в продолжение су-

ток на перекатах Урканский, Спиртоносовский, Березовский, Рублевский, Мужик и др., но и способствует формированию свальных течений на перекатах Плевна, Шипка, Жёлтый Утёс и др.

В нижнем бьефе ГЭС из-за повышенной концентрации стока в пределах зоны русла в течение всего года и срезки максимальных паводковых расходов деформации потока приурочены, главным образом, к придонной части русла. Они связаны с перемывом руслообразующего аллювия и выносом частиц, гидравлическая крупность которых меньше величины размывающих скоростей. Подобные деформации привели к тому, что поперечное сечение русла стало шире в придонной части. Это обусловило, с одной стороны, увеличение средней глубины русла, а с другой, - «посадку» уреза воды [39].

В тыловой части межженного русла, на границе с береговыми откосами, за счет интенсивного перемыва наносов, сформировался относительно широкий (до нескольких десятков метров) пологонаклонный бечевник. Валуны, слагающие бечевник с поверхности, очень плотно соприкасаются друг с другом, образуя природную «мостовую» и предохраняя основание береговых уступов от интенсивного размыва [38].

Уменьшение транспортирующей способности главной реки создаёт геоморфодинамический эффект её роста на приустьевых участках притоков, особенно в периоды прохождения по ним паводковой волны. В результате в русле р. Зеи, при впадении притоков, формируются своеобразные (в виде системы подводных и надводных динамически активных русловых форм) конуса выноса из крупнообломочного (валуны, галька) материала. Внешне эти образования - типичные дельты, но по характеру динамики (процессам и режиму переформирования) их логичнее отнести к конусам выноса. Эти образования, увеличиваясь в размерах, сужают фарватер Зеи, приводят к формированию мелководных зон на перекатах Плевна, Урканский, Рублевский и др., осложняя работу водного транспорта.

Таким образом, регулирование р. Зеи привело к существенным изменениям в морфологии и морфометрии русла и, как следствие, в её работе, что нередко проявляется в ухудшении судоходных условий. Если и далее будет продолжаться сворачивание дноуглубительных работ на реке, это может привести к потере ею судоходности.

Регулирование стока находит свое отражение в динамике русла не только р. Зеи. Оно про-

являет себя и в деятельности Амура, ниже устья Зеи. Рост расходов воды в зимний период отмечается на всем отрезке его среднего течения и даже - в пределах нижнего течения [35]. Срезка максимальных паводковых расходов воды привела к снижению транспортирующей способности реки и активной аккумуляции перемещаемого потоком материала, о чем свидетельствуют графики связи соотнесенных уровней воды [40].

В результате значительные русловые переформирования отмечаются сразу же ниже узла слияния рек Амура и Зеи. Расположенные здесь Усть-Зейский и Каникурганский пороги усложняют работу водного транспорта. В зимний период они интенсивно заносятся и требуют проведения регулярных (почти ежегодных) землечерпательных работ в навигационный период. Цепочки осередков, протягивающихся вдоль фарватера на данных порогах, зарастают кустарниковой растительностью, что свидетельствует о перерождении их в острова.

По данным наших полевых исследований особенно значительные изменения положения фарватера Амура за последние 12-15 лет произошли на отрезке 815...902 км судового хода*. Здесь реке свойственно по преимуществу разветвленное русло, а также меандрирование протоков и рукавов. Крупные острова Верхнеконстантиновский, Константиновский, Веселый, Сычевский разделяют поток по существу на 2 самостоятельных рукава. В пределах этого отрезка Амура наибольшие переформирования приурочены к Константиновским и Нижнесычевскому порогам. Здесь наблюдается некоторое спрямление динамической оси потока и фарватера реки. В результате существенным образом изменилась плановая конфигурация русла. Наблюдаются интенсивные размывы существующих островов и формирование новых осередков и кос.

Фарватер реки в районе Верхнеконстантиновского и Нижнеконстантиновского порогов сместился ближе к левому, а в районе Константиновского и Нижнесычевского порогов - к правому берегу. Произошедшие изменения в перераспределении расходов воды по протокам стали причиной обмеления истоков Константиновской и заносимости Поярковской протоков.

Это резко ограничивает возможность прохода судов к районному центру - с. Константиновка и ставит под угрозу работу речного порта в другом районном центре - пос. Поярково.

* Расстояние по фарватеру от г. Хабаровска

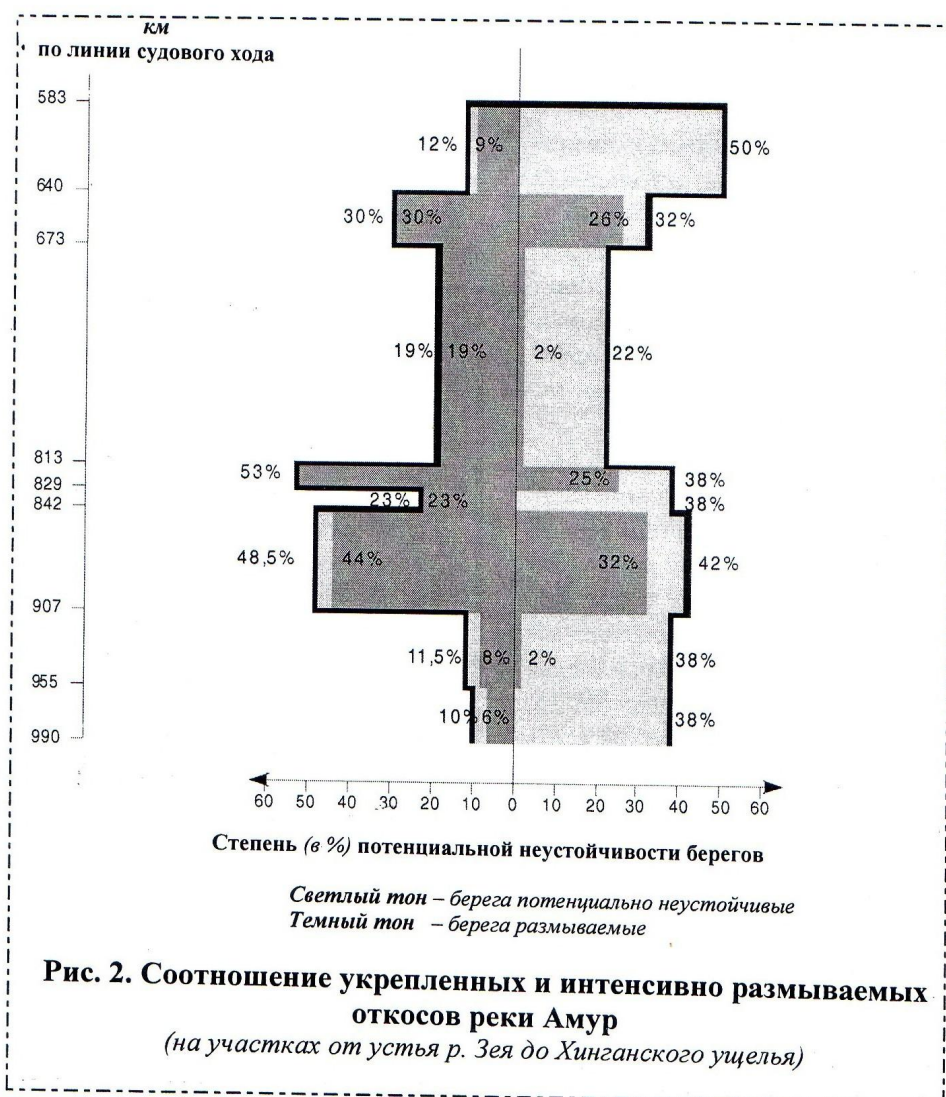
Важную информацию о состоянии рек и своеобразии их развития дают исследования об особенностях строения и переформирования береговых откосов. Их динамика во многом определяется плановым положением по отношению к динамической оси (зоне максимальной «живой» силы) потока.

Береговой откос считается потенциально неустойчивым, если расположен в зоне интенсивного (повышенного) воздействия водотока благодаря определённому сочетанию гидродинамических свойств потока, литологическим и морфологическим особенностям строения русла и берегов. Обычно в таких случаях берег активно размыва-

ется. Особенно значительные деформации претерпевает откос, когда динамическая ось потока подходит под большим углом к берегу.

Подобные условия, как правило, складываются в вершинах вогнутых в плане берегов в пределах верхних крыльев излучин, особенно крутых.

Исследования условий формирования береговых откосов, выполненных по ранее разработанной методике [29], показали, что доля потенциально неустойчивых откосов р. Амур от устья Зеи до Хинганского ущелья составляет почти треть от берегов всех типов (рис. 2). Это свидетельствует о высокой размывающей способности реки.



При этом суммарная длина таких береговых откосов на правобережье больше (132,2 км), чем на левобережье (96,5 км), что свидетельствует о преобладающем правостороннем смещении реки. Это соответствует местным природным условиям, сложившимся на протяжении всей истории формирования современной долины Амура.

Действительно, согласно специализированным геоморфологическим и геологическим исследованиям [41...44] современная долина Амура на рассматриваемом отрезке реки по условиям формирования «вложена» в рыхлые озёрно-речные отложения плиоцена. Сформированные рекой в ранне-, верхнечетвертичное

(Q_1 - Q_3) время 3 надпойменные террасы почти непрерывно протягиваются вдоль её русла, образуя пологий левосторонний борт долины. Плоские (с уклонами не более $3-5^\circ$) поверхности террас (шириной до 10-15 км), сопрягаясь друг с другом хорошо сохранившимися в рельефе уступами, составляют обширную (до 30 км) типичную аллювиальную (террасовую) равнину. В отличие от левосторонней части долины её правый борт, наоборот – относительно крутой, местами почти обрывистый. Надпойменные террасы имеют ограниченное распространение, характеризуются сравнительно небольшой шириной (не более первых км). Такое далёкое от симметрии строение долины вызвано тем, что Амур в период формирования долины испытывал направленное (к югу) правостороннее смещение. Эта тенденция сохранилась и в голоцене (Q_4), о чём свидетельствуют особенности строения дна речной долины. В его пределах водоток формирует русло преимущественно вдоль правого борта долины. Местами русло непосредственно сопрягается с фрагментами приводораздельных поверхностей, сложенных рыхлыми миоценовыми (N_1) и плиоцен-раннечетвертичными ($N_2 - Q_1$) отложениями. Пойма гораздо лучше выражена вдоль левого

борта: её ширина на левобережье нередко достигает 20-25 км, тогда как на правобережье она нередко выклинивается вовсе. Таким образом, особенности морфологии долины свидетельствуют об одностороннем смещении русла на протяжении всей истории её формирования. Это предопределило унаследованный характер развития русла и берегов на последнем этапе развития реки. Судя по особенностям строения и условиям формирования речных берегов, тенденция преимущественного правостороннего смещения русла Амура на данном участке сохраняется даже в наше (историческое) время. Она образует естественный природный фон развития русловых процессов.

В этих условиях суммарная длина интенсивно размываемых берегов должна быть выше на правобережье, чем на левобережье. Однако, полученные нами результаты распределения интенсивно размываемых берегов, на первый взгляд, противоречат сложившейся истории формирования речной долины. Левобережье в большей степени подвержено размывающей силе потока. Суммарная длина интенсивно размываемых откосов здесь почти в 3 раза выше, чем на правобережье (рис. 3). Возникает вопрос: чем обусловлена современная асимметрия в развитии берегов?



Сложившееся в настоящее время несоответствие характера современной динамики речных берегов общей направленности развития русла может быть обусловлена только изменениями внешних (по отношению к водотоку) условий природного или техногенного происхождения. Среди природных условий, способных породить

подобное противоречие в деятельности такой мощной реки, как Амур, по силам только *тектоническим процессам*. Однако в условиях платформ структурно-тектонические условия характеризуются определённой консервативностью в силу сравнительно низкой тектонической активности территории. Для существенного изменения

структурно-тектонической обстановки, способной изменить характер и направленность в деятельности крупных рек, требуются, как минимум, сотни тысяч лет. Поэтому возникшее противоречие в руслоформировании Среднего Амура объяснить с точки зрения изменений структурно-тектонического плана территории в пределах его долины не представляется возможным.

Следовательно, причину нетипичных морфологических переформирований в русле Амура следует связывать с изменениями внешних условий техногенного происхождения - реальной силе сравнимой по своему результату с тектоническими процессами.

Действительно, в ходе полевых исследований было установлено, что большая часть потенциально неустойчивых берегов правобережья укрепляется. Причем укрепление - не стихийный процесс. Судя по масштабам и технологиям проводимых мероприятий, техническим способом берегоукрепления, темпам работ, в основе решения задачи закрепления амурского правобережья лежит целевая государственная программа. За последние 12-15 лет суммарная длина берегоукреплений на правобережье (от устья Зеи до Хинганского Ущелья) увеличилась на 116 % и на сегодняшний день составляет 100,7 км (рис. 2).

Укрепляют берега, как вдоль населенных пунктов, так и за их пределами. Местами пытаются укреплять береговые откосы и на островах. Укрепления представлены дамбой высотой не ниже максимальных паводковых уровней (10 - 12 м). Ее береговой откос обычно имеет крутизну, близкую к углу естественного откоса (30 - 35°), и с поверхности закрепляется бетонными плитами. Для укрепления берегов применяют и другие гидротехнические сооружения, например, поперечные шпоры, сложенные местным (валунно-песчано-галечным) материалом. Шпоры длиной около 5 - 10 м и высотой около 2 - 3 м отходят от подножья дамбы и ориентированы поперек течения. Они призваны защищать дамбы от размыва, снижая скорость потока в периоды высокой воды. В подобных случаях у подножья дамбы поток обычно производит аккумуляцию переносимого материала, формируя отмели.

В практике укрепления правого берега применяют и полузатопленные шпоры. Они сооружаются близко к урезу воды, периодически затапливаются. Их ориентируют под большими (более 90°) углами к направлению течения потока. Такие сооружения призваны отклонять поток от берега не только в периоды паводков, но и отно-

сительно невысоких подъёмов (среднего уровня), в границах пойменных бровок.

Для укрепления своих берегов население правобережья нередко использует грубообломочный материал (диаметром более 0,5 м). Его высыпают в приурезовой части русла, обеспечивая на некоторое время защиту откосов от размыва. В периоды паводков этот материал очень медленно (не более нескольких десятков см/год) перемещается вниз, образуя «каменные» скопления валунов в благоприятных для аккумуляции участках (чаще перекатах) русла, что препятствует безопасному проходу (особенно при низких уровнях воды) глубоко сидящих судов и требует проведения систематических работ по очистке ложа фарватера.

В отличие от правобережья берегоукрепительные работы на левобережье не проводятся уже с 60-х гг. 20 века. Доля укрепленных берегов здесь не превышает первых процентов (рис. 2). Лишь отдельные населенные пункты защищены короткими (не более 1 - 2 км) дамбами. Все дамбы земляные. Большинство из них из-за отсутствия противозерозионного покрывного материала на береговых откосах разрушаются и поэтому часто нуждаются в реконструкции.

С укреплением берегов в поток поступает меньше обломочного материала и для его перемещения река затрачивает меньше энергии. Живая сила потока относительно возрастает. Свою недогруженность наносами поток будет компенсировать за счет интенсификации размыва ложа и, прежде всего, тех берегов, которые относятся к категории потенциально неустойчивых. Но если на правобережье (в отличие от левобережья) подавляющая часть потенциально неустойчивых берегов укреплена, то угроза размыва левобережных откосов значительно возрастает.

Предварительные исследования показывают, что участки максимальных русловых переформирований, как правило, приурочены к местам широкого строительства берегоукреплений или несколько ниже (по реке) мест их сооружения. Например, современные интенсивные переформирования в русле и берегов в районе 890-900 км судового хода соответствуют участку протяженных берегоукрепительных систем правобережья (892-902 км). Протяженные размываемые левобережные откосы 784-790 км, 683,5-691 км, 666,5-670,5 км, располагаются сразу ниже берегоукреплений 794,5-799,5 км, 690-701,5 км, 676-680 км правобережья соответственно. От устья р. Зея до Хинганского ущелья суммарная длина интен-

сивно размываемых берегов левобережья составляет 90 км по линии судового хода. С учетом размыва берегов и в пределах крупных российских проток (Константиновская, Поярковская, Орловская и др.) эта величина составляет 101 км.

Из-за размыва берегов сохраняется угроза разрушения части российских населённых пунктов – Константиновки, Новопетровки, Иннокентьевки и др. Наибольшую тревогу вызывают условия развития берегов в районе Орловки (в районе 871-873 км), где размываемые откосы вплотную подступили к жилым постройкам.

Таким образом, результаты наших исследований Среднего Амура свидетельствуют о том, что такая мощная река, как Амур в своём среднем течении (от устья р. Зеи до Хинганского ущелья) весьма чувствительна к трансформации экзогенных условий, вызванных антропогенной (техногенной) деятельностью. Наиболее заметно это проявляется через морфодинамические и морфологические (нежели гидрологические) показатели элементов геоморфосистемы «днище речной долины».

Следовательно, *их следует рассматривать в качестве основных индикаторов состояния реки в условиях техногенных нагрузок*. В сложившихся асимметричных условиях хозяйственного использования побережий интенсивные переформирования береговых откосов, а также связанные с этим существенные деформации в русле (а значит и изменения положения фарватера в плане) следует ожидать и в будущем.

В этой связи *всё левобережье реки следует относить к зоне повышенной эколого-геоморфологической опасности*.

В отличие от Среднего Амура и Зеи, **Верхний Амур** развивается в условиях естественного водного режима.

В целом его руслоформирующая деятельность от слияния Шилки и Аргуни до устья Зеи, характеризуется, как *относительно устойчивая, осуществляющаяся в унаследованном режиме*. Наибольшая устойчивость свойственна субширотному отрезку Верхнего Амура, в пределах которого преобладает врезанное днище долины (авт. терминология) [29]. В пределах субмеридионального отрезка отмечается чередование врезанного и широкопойменного днищ долины: *на участках врезанного днища долины русло устойчиво, а в пределах широкопойменного днища характеризуется слабой устойчивостью, частыми и сравнительно интенсивными переформированиями*.

За последние 80-90 лет в пределах субмеридионального отрезка русла увеличилось количество островов и суммарная их площадь [45].

Данных о гидрологической или геологической обусловленности этих изменений пока не выявлено. Единственной причиной русловых преобразований остаётся рост стока наносов с водолитосборного бассейна.

Многочисленными исследованиями установлено, что *в условиях интенсивного освоения природно-ресурсного потенциала любых территорий усиливаются эрозионно-аккумулятивные процессы, изменяется характер, интенсивность, а порой и направленность этих процессов* [46]. Подобное характерно для большинства регионов мира, особенно там, где природные условия отличаются повышенной уязвимостью. К таким территориям с полным правом относится бассейн р. Амур, природа которого под натиском техногенных нагрузок 20 века испытала существенную трансформацию. За это время *в хозяйствование вовлечено около 40 % территории левобережной части бассейна* [47]. К концу прошлого века в структуре хозяйства региона наибольший удельный вес приходился на горнодобывающую, лесозаготовительную и сельскохозяйственную промышленность. Только этими отраслями промышленности активному преобразованию подверглось 35,2% всей территории левобережной части бассейна Амура [47].

В сельскохозяйственное производство вовлечены практически все пригодные для этого территории, в том числе с высоким риском использования – пойменные земли. Подобное использование пойменных земель в большей мере относится к правобережью, где распахке подлежат даже прирусловые участки пойменных массивов, вплоть до уреза воды. В результате к концу 20 века сток наносов в русло главного водотока не мог не возрасти. Этому способствовали и широкомасштабные работы, выполненные в середине 20 века по осушке переувлажнённых земель в пределах речных долин, приведшие к резкому увеличению площади эродируемых земель и, как следствие, к росту наносов в главное русло.

Широкому развитию эрозионно-опасных земель способствовали разработки экзогенных месторождений полезных ископаемых и, прежде всего, россыпных, приуроченных к речным долинам, а также рост транспортного сообщения в Приамурье. По данным [47] только этими 2-мя видами промышленности преобразовано 18,5 и 1,5% площади левобережной части геосистемы

бассейна р. Амур. Под их натиском интенсифицировались экзогенные процессы, активизировались опасные (склоновые и эрозионные) явления, особенно в пределах речных долин. В последние 100 лет этому благоприятствуют экстенсивные лесозаготовительные работы на водосборных площадях и участившиеся лесные пожары, приведшие к снижению общей залесённости территории бассейна.

Столь существенные преобразования геосистем в ходе освоения региона привели к увеличению доли территории с проявлением опасных рельефообразующих процессов и увеличением площади эрозионно-опасных земель [48], [49].

В результате эрозионно-денудационная составляющая в общем развитии земной поверхности возросла, что привело к увеличению общего стока наносов. Как следствие, активизировалось переформирование в руслах рек, что обусловило качественные морфодинамические изменения и в русле верхнего течения р. Амур.

Отмеченные изменения осложняют условия судоходства. Сворачивание водноинженерных мероприятий, выполняющих функцию компенсаторного механизма естественным русловым преобразованиям, изменило гидродинамические условия деятельности рек и косвенно усилило упомянутый выше морфодинамический эффект. В результате на отдельных участках Амура отмечаются изменения планового положения фарватера реки (порождая, помимо прочего, проблему укрепления государственной границы). В целях обеспечения безаварийной работы водного транспорта и укрепления неизменного планового положения фарватера необходимо, видимо, таким «проблемным» участкам реки придать особый статус. В их пределах следует систематически выполнять гидроинженерные мероприятия по стабилизации фарватера, проводимые в том числе и на основе решений российско-китайских договорённостей.

Современное состояние Верхнего Амура во многом определяет и динамика изменения береговой линии. Доля наиболее устойчивых берегов, выработанных в скальных породах, а потому способных длительное время сохранять плановое положение русла, составляет около трети (26,5 % - на левобережье, 32,1 % - на правобережье). Вместе с тем, берега, выработанные в рыхлых породах, характеризуются высокой интенсивностью переформирования - до 10-15 м/год и более, составляя в среднем от 1-2 до 3-4 м/год [29]. В основном они приурочены к расширениям днища долины.

Для субмеридионального отрезка Верхнего Амура, расположенного в зоне наиболее интенсивного хозяйственного освоения, левобережные откосы более чем на 60% представлены наименее устойчивыми и слабоустойчивыми берегами, тогда как в пределах правобережья наоборот: преобладают устойчивые и высокоустойчивые берега [29]. Это обусловлено не только особенностями местных природных условий (на правобережье скальные породы обнажаются в береговых откосах чаще, чем на левобережье), но и различным характером освоения берегов. Практически все береговые откосы правобережья вдоль населённых пунктов и участков интенсивного сельскохозяйственного освоения защищены от воздействия водотока инженерными сооружениями. Суммарная длина укреплений правобережья на данном отрезке реки уже в конце 80-х г. г. 20 в. составляла свыше 50 км (7% от всей береговой линии). Учитывая огромное внимание, с которым китайцы относятся к укреплению своих берегов в пределах среднего течения Амура, можно предположить, что доля укреплённых откосов в пределах его верхнего течения в настоящее время составляет большую величину. В этой связи следует ожидать существенных изменений в динамике русловых и береговых процессов Верхнего Амура, что должно стать предметом первоочередных и детальных исследований.

Таким образом, характер современного хозяйствования находит своё проявление и в динамике Верхнего Амура. Вялый темп инженерных работ по поддержанию безаварийной навигационной обстановки на Верхнем Амуре наводит на мысль о добровольном отказе от использования реки в качестве удобной транспортной магистрали и фактически - о качестве экономических программ улучшения жизни в Верхнем Приамурье.

Результаты выполненных исследований дают основание констатировать, что на современное состояние крупных рек Амурской области мощное влияние оказывает характер современного хозяйствования. За последнее время оно существенно изменило режим, интенсивность, а местами - направленность протекания русловых процессов, что находит отражение в морфологии русловых форм, особенностях их развития. Наибольшее воздействие оказывает работа Зейской ГЭС. Оно проявляет себя через изменение уровня режима, в динамике русла, берегов, пойменных массивов и распространяется не только на р. Зея, но и на всё течение ниже узла слияния её с Амуром. С началом эксплуатации

Бурейской ГЭС произойдут существенные изменения в деятельности не только р. Бурей, но и главного водотока - р. Амур. Сооружение дополнительных ГЭС на Зее или Буреи может вызвать сворачивание судоходства на Зее и дальнейшее ухудшение условий судоходства на Среднем Амуре. Если сбудутся такие тенденции судоходства на реках области, страна потеряет одну из самых развитых и хозяйственно значимых водно-транспортных сетей России уже в ближайшие годы. Это неминуемо приведет к усугублению существующих и возникновению новых социально-экономических проблем в результате прекращения работы речных портов, судостроительного завода, речного училища, разрыва воднотранспортных связей.

Широкомасштабные берегоукрепительные и противопаводковые мероприятия на крупных реках вносят существенные изменения в структуру русловых деформаций.

Их выполнение преимущественно в пределах одного из побережий изменяет характер, интенсивность и главное – направленность переформирования, как отдельных русловых форм, так и русла в целом. Это не обеспечивает естественной пре-

емственности их динамики, обусловленной сочетанием изменений всех природных условий, что не способствует устойчивому развитию дна речных долин.

Выполненные исследования р. Амур свидетельствуют, что асимметричное инженерное обустройство побережий ведёт к снижению эколого-геоморфологической опасности в пределах её правобережья и её росту в пределах левобережья.

Поэтому всё левобережье в среднем течении р. Амур с точки зрения хозяйствования правомерно относить к зоне повышенного эколого - геоморфологического риска.

В заключение заметим: отсутствие относительно продолжительных и систематических наблюдений за реками Приамурья (режимом, характером и интенсивностью преобразований системообразующих русел; динамикой отдельных русловых форм; структурных преобразований в ходе регионального укрепления правобережья Амура) не позволяет получить количественные параметры этих изменений и составить обоснованный прогноз деятельности реки в специфических условиях инженерного обустройства побережий.

Выводы и предложения.

Существующие представления о Дальнем Востоке, как о регионе, в котором природные комплексы и компоненты природной среды не подвержены сколько-нибудь существенному техногенному изменению, не соответствуют реальной действительности. Подтверждение тому – современное морфодинамическое состояние крупных рек Амурской области и обусловленные им новые неблагоприятные эколого-геоморфологические ситуации, порождающие многие проблемы природопользования.

Всё больше примеров возрастающего влияния хозяйственной деятельности на реки. Она существенным образом изменяет режим, интенсивность, а местами, - направленность русловых переформирований. Все это отражается на морфодинамике элементов дна речных долин. Нередко своеобразие и ход руслового процесса определяется не только деятельностью человека в пределах русла реки, её долины, но и степенью трансформации природных компонентов в пределах водолитосборной территории.

Получаемые данные противоречат бытующему мнению о том, что техногенное воздействие на водосборную площадь проявляет себя только в деятельности низкопорядковых

водотоков и не оказывает существенного влияния на работу крупных рек.

Для установления доли техногенеза в современной динамике рек требуются более продолжительные и глубокие геоэкологические исследования морфодинамики разнорядковых водотоков в бассейне р. Амур и, прежде всего, системообразующих рек: Амура, Зеи, Буреи.

Основу таких исследований должны составлять количественные показатели русловых переформирований. Их получение – непростая задача. Начать её решение предполагается с организации геомониторинга за русловыми процессами, прежде всего на крупных реках области (Амура, Зеи, Буреи и др.) с последующим распространением мониторинга на водотоки других порядков.

Необходимость проведения мониторинга русловых процессов вытекает из содержания деятельности рек. Русловые процессы во многом влияют на состояние главного компонента реки – гидрологические, гидрохимические и гидробиологические показатели воды. Более того, характер переформирований во многом отражает особенности природной обстановки

территории всего водосбора. Поэтому мониторинг рек, выполненный без учета состояния русловых процессов, заведомо оказывается неполным, а значит - не может удовлетворять современным экономическим сценариям. Его выполнение целесообразно проводить в рамках *геоэкологического мониторинга* поверхностных водных объектов, входящего в состав программы государственного мониторинга окружающей природной среды [50].

Результаты мониторинга русловых процессов позволяют прогнозировать развитие русла, берегов и пойменных массивов, что очень важно при решении вопросов рационального

природопользования, а значит устойчивого хозяйствования.

Мониторинг деятельности крупных рек Амурской области приобретает ещё большую значимость, если не забывать, что данные объекты выполняют функции не только самых крупных (на сегодня – единственных) источников получения гидроэнергии на Дальнем Востоке, но и наиболее динамичных участков государственной границы РФ. Они подвержены непрекращающимся морфологическим преобразованиям, как в результате изменений природных условий, так и в результате направленной антропогенной деятельности.

Список литературы

- 1 Экология эрозионно-русловых систем России. /Под ред. профессора Р.С. Чалова. - М.: Географический факультет МГУ. - 2002. - 163 с.
- 2 Готванский В.И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. - Благовещенск: Post Scriptum, 2005. - 144 с.
- 3 Ликутев Е.Ю. Геоморфологические аспекты устойчивого природопользования. //Рельеф и человек. – Иркутск - 2004. - с. 120-121.
- 4 Демек Д. Теория систем и изучение ландшафта. Пер. с чешск. - М.: Прогресс. - 1977.- 232 с.
- 5 Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. - М.: Изд-во института охраны природы и заповедного дела. - 1992. - 173 с.
- 6 Поздняков А.В. Стратегия Российских реформ. – Томск: Спектр.- 1998. - 324 с.
- 7 Поздняков А.В. Геоморфодинамика в содержании и в формах проявления. //Геоморфология. – 2005, - № 1. - с. 24-30.
- 8 Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. – М.: Мысль. - 1983. - 224 с.
- 9 Малышев Ю.С. Динамика рельефа и биоразнообразие: палеогеографические и природоохранные аспекты проблемы. //Рельеф и человек. – Иркутск - 2004. - с. 121-123.
- 10 Флоренсов Н.А. Скульптуры земной поверхности. - М.: Наука. - 1983. - 174 с.
- 11 Поздняков А.В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии форм рельефа. - М.: Наука. - 1990. - 204 с.
- 12 Проблемы теоретической геоморфологии. /Под ред. Г. С.Ананьева, Л.Г. Никифорова, Ю.Г. Симонова. - М.: Изд-во МГУ. - 1999. - 512 с.
- 13 Мысливец В.И. Глобальная геоморфодинамика – новое направление в науке о рельефе. //Новые и традиционные идеи в геоморфологии. - М.: Географ. ф-т МГУ. - 2005. - с. 298-303.
- 14 Федоров Б.Г. Морфометрический анализ и морфодинамический синтез. //Вестник Ленинградского ун-та. Геология. География. - 1983, - № 18, - с. 31-41.
- 15 Баландин В.А. Генезис и структура рельефа: попытка нетрадиционного подхода к анализу смысла понятий. //Геоморфология. – 1996, -. № 2, - с. 20–24.
- 16 Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. - М.: Изд-во АН СССР. - 1955. - 346 с.
- 17 Маккавеев Н.И. Денудационная составляющая баланса вещества в системе океан – суша и ее роль в формировании пенепленов. //Водные ресурсы. – 1982, - № 3, - с. 147-155.
- 18 Попов И.В. Загадки речного русла. - Л.: Гидрометеиздат. - 1977.- 167 с.
- 19 Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур.– Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. - 1960. - 115 с.
- 20 Симонов Ю.Г., Борсук О.А. Системный подход в геоморфологии и эрозионно - денудационные морфосистемы. //Рельеф и ландшафты. - М.: Изд-во МГУ. - 1977. - с. 66-73.
- 21 Костриков С.В. Структурная сеть флювиального рельефа, ее роль и индикационное значение в функционировании водно-грунтовой среды переноса. //Автореф. дис. к.геогр.н. - Харьков. - 1992. 20 с.
- 22 Симонова Т. Ю., Шмыков В.И. О методике описания состояния элементарного бассейна. //Проблемы экологической геоморфологии. – Белгород. - 2000. - с. 59-61.

23	Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические индикационные исследования. //Водные ресурсы. – 1973, - № 3, - с. 109-124.
24	Борсук О.А. Системный подход к анализу речных сетей. //Вопросы географии, № 19. - М.: Мысль. - 1975. - с. 107-113.
25	Казанский Б.А. Исследование топологии речных систем от Р. Хортон до наших дней. //Тр. Дальневосточного науч. - исслед. гидромелиор. ин-та. - 1977. - Вып. 77. - с. 42-53.
26	Корытный Л.М. Классификация речных систем по их величине. //География и природные ресурсы. – 1985, - № 4, - с. 32-36.
27	Симонов Ю.Г., Кружалин В.И., Симонова Т.Ю, Шмыков В.И. Речной бассейн как объект геоморфологических исследований. - М.: Географический ф-т МГУ. - 2005. - с. 534-539.
28	Гусев М. Н. Особенности строения, динамика днища долины р. Амур и рациональное природопользование в его пределах. //Автореф. дис. к.геогр.н. – Томск.-1999.- 23 с.
29	Гусев М.Н. Морфодинамика днища долины верхнего Амура. – Владивосток: Дальнаука.- 2002. – 231 с.
30	Гусев М.Н. Процессы самоорганизации в формировании речных долин. //Самоорганизация и динамика геоморфосистем. – Томск: Изд-во ин-та оптики атмосферы СО РАН. - 2003. - с. 74 – 83.
31	Гусев М.Н. Место и роль днщ речных долин в познании динамики рельефа. //Новые и традиционные идеи в геоморфологии. - М.: Географический фак-т МГУ. - 2005. - с. 404-407.
32	Основы гидроморфологической теории руслового процесса. /Под ред. Н.Е Кондратьева, И.В. Попова, Б.Ф. Сنيщенко. - Л.: Гидрометеиздат. - 1982. - 272 с.
33	Чалов Р.С. Факторы русловых процессов и иерархия русловых форм. //Геоморфология -1983, - № 3, - с.16-26.
34	Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Амурской области за 2002 г. - Благовещенск. - 2003. - 150 с.
35	Водно-экологические проблемы бассейна реки Амур. – Владивосток: ДВО РАН. - 2003. - 187 с.
36	Беляков А.А. О проблеме Обь-Енисейского водного соединения. //Гидрология и русловые процессы. Тр. Академии водного хозяйства. Вып. 5. - 1998. - с. 87-99.
37	Подкаминер О.С., Помыткин Б. А. Река Зея. – Хабаровск. - 1967. - 68 с.
38	Гусев М.Н. Особенности динамики современных русловых процессов реки Зеи в ее среднем и нижнем течении. //География и природные ресурсы – 1990, - № 1, - с. 77-81.
39	Водные пути и береговые объекты в нижних бьефах Зейского, Бурейского и Дагмарского гидроузлов в бассейне р. Амур. Техничко-экономический расчёт. /Рос. государ. концерн реч. флота «Росречфлота». Гос. ин-т проектир. на речном транспорте «Ленгипроречтранс».- Л., 1991.- 180 с.
40	Иванов В.В., Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Вертикальные русловые деформации на Среднем Амуре. //Вестник МГУ. Сер.5. Геогр.- 2000, - № 5, - с. 32-37.
41	Геоморфология Амуро-Зейской равнины и низкогорья Малого Хингана, ч. 1. /Отв. ред. С.С. Воскресенский. - М.: Изд-во МГУ. - 1973. - 274 с.
42	Караванова З.А. Государственная гидрогеологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист М-52-ХIV. Объяс. записка. - М.: Недра. - 1971. - 68 с.
43	Сорокин А.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист N-51-XXX. Объяс. записка. - М.: Недра. -1970. - 48 с.
44	Кузменко С.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист М-52-ХIV. Объяс. записка.- М.: Недра. - 1983. - 82 с.
45	Гусев М.Н. Развитие островов в русле верхнего Амура. //Геоморфология – 2000, - № 3, - с. 54-61.
46	Эрозионные процессы: Географическая наука практике. /Под ред. Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова - М.: Мысль. - 1984. - 256 с.
47	Волынчук А.Б. Природно-ресурсный потенциал Среднего Приамурья (геоэкологический и историко-географический аспекты освоения). //Автореф. дис. к. геогр. н. – Хабаровск. - 2005. - 23 с.
48	Онищук В.С., Харина С.Г. Вопросы углубления диагностики и оценки экологического состояния почвенного покрова Амурской области. //Проблемы экологии Верхнего Приамурья. - Благовещенск. - 1997. - Вып. 3. - с. 43-49.
49	Чуб А.В. Ландшафтностабилизирующие и эколого-хозяйственные функции лесов Амурской области. //Проблемы экологии Верхнего Приамурья. – Благовещенск.- 1997. - Вып. 3. - с. 60-66.
50	Снищенко Б.Ф. Гидроморфологический мониторинг рек. /XVI пленар. межвузовск. науч.-координ. совещ. по проблеме эрозион., русл. и устьевых процессов. - Санкт-Петербург, 2-4 окт. 2001 г. – СПб, МГУ-С-Пб ГУВХ. - 2001. - с. 4-8.