

РГБ ОД

25 НОЯ 1996

МАХИНОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

На правах рукописи

**СОВРЕМЕННЫЙ
АПЛЮВИАЛЬНО-АККУМУЛЯТИВНЫЙ
МОРФОЛИТОГЕНЕЗ В БАССЕЙНЕ НИЖНЕГО
АМУРА**

11.00.04. - Геоморфология и эволюционная география

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

*диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук*

А.Махинов

Москва 1996

Работа выполнена в Институте водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук

Официальные оппоненты:

доктор географических наук, профессор А.А.Лукашов

доктор географических наук С.К.Горелов

доктор географических наук В.И.Антроповский

Ведущая организация: Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук

Защита состоится 19 декабря 1996 г.

в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д-053.05.06 по геоомологии и эволюционной географии, гляциологии и геокриологии, географической картографии и информатике по адресу: 119899 г.Москва, Воробьевы горы, МГУ, Географический факультет, ауд.2109

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Географического факультета МГУ, 21 этаж

Автореферат разослан 18 ноября 1996 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета



Ю.Ф. Книжников

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Долины рек являются сложными комплексами форм рельефа земной поверхности, поскольку в их пределах происходит взаимодействие многих элементарных геоморфологических процессов - размыв, перенос, отложение осадков водным потоком, дробление коренных пород и выветривание обломочного материала, различные процессы склонового перемещения вещества. Это обуславливает большое разнообразие морфологических типов речных долин и образовании присутствующих только им форм рельефа - поймы, террас, долинных педиментов и т.д.

Русловые процессы, формирование пойм, террас и склонов долин достаточно хорошо изучены на реках, испытывающих длительную глубинную эрозию различной интенсивности. Установлены особенности динамики русел рек в подобных условиях (Маккаев, 1955; Чалов, 1972; Смищенко, 1980; Кондратьев, Попов, Смищенко, 1982; Антроповский, 1992; Сидорчук, 1992 и многие другие). Выявлены основные закономерности строения и формирования пойм врезавшихся рек (Шанцер, 1951, 1966; Маккаев, 1971; Чернов, 1983; Барышников, 1984 и др.) и их склонов (Тимофеев, 1962; Воскресенский, 1971; Симонов, 1972; Ананьев, 1976 и др.). Вместе с тем существуют много рек в долинах которых происходит продолжительная направленная аккумуляция, что приводит к специфическим особенностям формирования долинного рельефа, еще слабо изученным в настоящее время. Лишь отдельные аспекты этих явлений рассматривались в работах И.И.Маккаева, 1948; А.И.Попова, 1953; И.И.Маккаева, Р.С.Чалова, 1963; Д.А.Тимофеева, 1963; И.П.Карташова, 1972; А.Н.Махинова, 1990 и некоторых других.

Как свидетельствуют геологические данные, процессы аккумуляции в речных долинах в верхнемеловое-четвертичное время проявлялись неоднократно, захватывая обширные территории, значительно превышающие площади современного осадконакопления. Изучение влияния устойчивого накопления наносов в долинах рек на развитие рельефа прилегающих территорий будет способствовать более точному восстановлению природных процессов в прошлом и условий формирования полезных ископаемых (рассыны тяжелых минералов, месторождения строительных материалов, залежи торфа и т.п.).

Особенно масштабны и существенны по своим последствиям процессы направленной аккумуляции в долинах крупных рек. В бассейне Амура направленная аккумуляция в течение четвертичного времени проявлялась неоднократно. Следы максимального осадконакопления известны не только в долине Амура, но и во многих его притоках, включая отрезки долин в нижних течениях горных рек Сихотлинья, Баджала, Мяо-Чана и др. Изучение их позволит ответить на ряд нерешенных

вопросов формирования долин рек амурского бассейна. Исследование современной динамики осадконакопления в русле и пойме Амура даст возможность выявить особенности формирования рельефа и отложений в долинах аккумулярующих рек, что необходимо для оценки состояния и развития природных комплексов, а также роли антропогенного воздействия в их преобразовании.

Цель и задачи работы заключались в построении общей концепции рельефообразования в речной долине в условиях направленной аккумуляции аллювиальных отложений, которая позволила бы установить основные закономерности формирования аккумулятивного рельефа в долинах крупных рек.

В соответствии с поставленной целью решались следующие основные задачи:

- анализ современных и предшествующих им в четвертичное время природных условий бассейна Нижнего Амура, определяющих динамику долинного морфоэволюционного генеза на последних этапах формирования рельефа данной территории;
- выявление закономерностей строения верхнечетвертичного и современного аккумулятивного рельефа в бассейне Амура;
- исследование механизма формирования русла, поймы, педиментов, склонов устьевых участков притоков и других форм долинного рельефа в условиях направленной аккумуляции наносов;
- изучение степени сохранности в рельефе бассейна Амура аккумулятивного рельефа и восстановление истории формирования долины Амура в послеледниковое время;
- изучение антропогенного изменения речного стока и его влияния на динамику русловых процессов и формирование поймы в условиях направленной аккумуляции наносов в долине.

Методика исследований. В качестве методической основы исследований использовался комплекс основных геоморфологических методов анализа строения рельефа и рыхлых отложений при проведении экспедиционных исследований в долине Амура от слияния Шилки с Аргунью до устья, в долинах основных его притоков - реках Зее, Буре, Уссури, Сунгари, Амгуни, Гура и Горина, а также в долинах притоков более низкого порядка в бассейнах рек Уссури и Анхой. В процессе исследований получено большое количество профилей и разрезов рыхлых отложений поймы, бечевников, педиментов, озерных котловин и т.д. Использованы картографические методы исследований для выявления морфологических особенностей и динамики русла на различных участках долины. Проводились стационарные наблюдения за интенсивностью размыва берегов, скоростью осадконакопления, процессами ветривания и сноса обломочного материала на склонах. Применялись простейшие методы математического моделирования. Гидрологические характеристики получены при статистической обработке данных по уровням воды в реках. Использованы ре-

зультаты спорово-пыльцевых анализов и абсолютных датировок отложений, опубликованные в литературе. В отдельных случаях применялись и оказались весьма полезными результаты геоботанических наблюдений и данные археологических исследований (главным образом при оценке возраста отложений или форм рельефа).

Личный вклад автора. В основу работы положены исследования автора, проводившиеся в течение 1976-1993 гг. в различных районах бассейна Амура. Автор является руководителем большинства экспедиций, организованных Институтом водных и экологических проблем ДВО РАН, самостоятельно собирал и анализировал материалы, послужившие основой при разработке данной проблемы. Основные теоретические положения, фактический материал и выводы принадлежат автору.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- на основе обширного собственного фактического материала с привлечением опубликованных данных установлено широкое распространение аккумулятивных форм рельефа различного возраста и генезиса в бассейне нижнего течения р.Амур;
- выявлены области современной аккумуляции в долине Амура и установлена интенсивность избыточного накопления наносов;
- разработаны методы расчета скоростей размыва берегов реки и интенсивности процессов денудации склонов речных долин;
- впервые установлено явление достижения предельной высоты пойменной поверхности и ее динамического равновесия в условиях направленной аккумуляции наносов в долине;
- выявлены закономерности современной динамики и механизм формирования озер в долинах рек, аккумулирующих наносы;
- определены критерии, совокупность которых является показателем современного накопления наносов в долине;
- установлена связь формирования природных комплексов в долине Амура с особенностями современных эрозионно-аккумулятивных процессов;
- выявлены масштабы антропогенного воздействия на русловые процессы и формирование поймы в нижнем течении р.Амур.

Предметом защиты являются следующие положения:

1. Уровень максимальной аккумуляции в Нижнем Приамурье был достигнут в конце верхнечетвертичного времени, что обусловило формирование в бассейне реки широких долин с пологими склонами. В голоцене выделяется два этапа развития долин - раннеголоценового углубления и позднеголоценового накопления аллювиальных отложений. Современная аккумуляция происходит в нижнем течении реки со средней скоростью около 1 мм/год.

2. Направленная аккумуляция в долине реки приводит к ряду геоморфологических последствий, оказывающих существенное влияние на формирование рельефа:

наблюдается трансгрессия подпрудных озер по периферии поймы, все пойменные массивы находятся в стадии активного формирования, происходит образование ее временных конусов выноса в устьях притоков, наложенной поймы, расширение ее речных бечевников и другие явления. Осуществляется педипланиация обрамляющих аккумулятивные равнины горных сооружений и останцовых гор.

3. В условиях направленной аккумуляции наносов в долине поймы достигается состояния динамического равновесия, при котором высотные отметки ее поверхности относительно характерных уровней воды не изменяются во времени. Чем интенсивнее аккумуляция, тем более низкий уровень поверхности имеет пойма. Структура и динамика пойменных массивов определяется горизонтальными деформациями рукава реки, показателем интенсивности которых является соотношение разновозрастных фрагментов поймы на участке долины.

4. Пространственное и высотное положение, сочетание и эволюция экосистем в долинах аккумулирующих рек Нижнего Приамурья определяются особенностями развития форм долинного рельефа. Направленная аккумуляция в долине ограничивает хозяйственную деятельность, связанную с долговременным освоением поймы прилегающих к ней равнинных территорий.

Практическое значение работы. Результаты исследований автора могут быть применены при решении многих прикладных задач, связанных с строительством гидротехнических сооружений в долинах рек (ГЭС, польдеров, дам обвалования и т.п.), с оценкой размыва берегов, устойчивости пойменных массивов при их сельскохозяйственном использовании. Полученные данные открывают новые возможности для познания закономерностей формирования почв, растительности экосистем в целом в пределах поймы, формирующейся в условиях направленной аккумуляции в состоянии динамического равновесия.

Выявленные автором закономерности формирования русла и поймы Амур реализованы при выработке рекомендаций по разработке месторождений песчанос-гравийной смеси в русле и пойме Амура, выполняемой для Амурского речного пароходства; материалы исследований использовались для решения ряда практически задач различными организациями, среди которых Комсомольский речной порт, Комсомольский заповедник, Атомэнергопроект, Ленгидропроект, Совинтервод, Теплоозерский рыбопроизводный завод, трест Дальстрой, Хабаровский краевой комитет по экологии и природным ресурсам, Дальгипрозем и другие.

Апробация результатов работы. Основные положения и отдельные результаты работы докладывались и обсуждались на II и III научных конференциях по проблемам гидрологии рек зоны БАМ и Дальнего Востока (Владивосток, 1983, 1988), III и IV Всесоюзных конференциях "Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях" (Москва, 1983, 1987

II и III Всесоюзных конференциях "Динамика и термика рек, водохранилищ и эстуариев" (Москва, 1984, 1989), Всесоюзном совещании "Почвы речных долин и дельт, их рациональное использование и охрана" (Москва, 1984), XI Всесоюзном симпозиуме "Биологические проблемы Севера" (Якутск, 1986), XIX и XX Пленумах Геоморфологической комиссии (Казань, 1988, Владивосток, 1989), региональной конференции "Социальная экология и здоровье человека на Дальнем Востоке" (Хабаровск, 1988), I Всесоюзном съезде инженеров-геологов, гидрогеологов и геокриологов (Киев, 1988), VIII Всесоюзном симпозиуме по истории озер (Минск, 1989), Советско-Китайском симпозиуме "Геология и экология бассейна р.Амур" Благовещенск, 1989), II и III чтениях имени Г.И.Невельского (Николаевск-на-Амуре, 1990; Комсомольск-на-Амуре, 1993), IV Всесоюзной конференции по проблемам палеоэкологии и эволюции экосистем морей Арктики в верхнем кайнозое (Мурманск, 1991), Международной конференции "Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура" (Чита, 1991), Всесоюзной конференции "Проблемы организации территории регионов нового освоения" (Хабаровск, 1991), Всесоюзном совещании "Проблемы регионального освоения минеральных ресурсов" (Хабаровск, 1991), семинаре Лаборатории эрозии почв и русловых процессов Географического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова (Москва, 1991), Института географии Академии наук Китая (Чанчунь, Китай, 1990), Ученом совете Приамурского географического общества (Хабаровск, 1993).

По теме диссертации опубликовано 53 научные работы в том числе одна монография.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы из 325 наименований. Работа изложена на 351 странице, включая 77 рисунков, 14 таблиц.

Отдельные положения работы, результаты полевых исследований автор неоднократно обсуждал с академиком И.П.Дружининым, член-корр РАН Г.И.Худяковым, профессорами Г.С.Анашьевым, С.С.Воскресенским, Р.С.Чаловым, А.А.Лукашовым, Ю.Г.Симоновым, Б.Ф.Синиценом, А.В.Поздняковым, к.г.н. С.А.Лебедевым, А.В.Черновым, ценные советы и замечания которых были учтены при подготовке данной работы. Большую помощь в проведении полевых экспедиционных исследований в различных частях бассейна Амура оказали сотрудники Института водных и экологических проблем ДВО РАН. Были полезными беседы и помощь в организации полевых экскурсий в бассейнах рек Сунгари и Онои, благодаря любезному содействию профессора Чанчуньского института географии Академии наук Китая Чу Шань Веня и ученого секретаря Монгольского географического общества Р.Ломборинчена. Всем этим лицам автор выражает глубокую благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОМОРФОЛОГИИ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Формирование речных долин оказывает существенное влияние на развитие рельефа окружающих территорий. Бассейны наиболее крупных рек Земли занимают площадь в сотни тысяч и первые миллионы квадратных километров, а формирование рельефа в их пределах осуществляется в течение геологического времени (Личков, 1936; Щукин, 1960; Геренчук, 1960; Горецкий, 1964; Худяков, 1968, 1972; Архипов, 1971; Коржуев, 1974; Обеднентова, 1975; Девяткин, 1977 и др.).

Долина нижнего течения р.Амур и его притоков в кайнозойское время неоднократно являлась ареной интенсивных аккумулятивных процессов, захватывавших обширные территории (Варнаровский, 1971; Худяков, 1972; Сорокин, 1972; Геоморфология..., 1973 и др.). При этом установлено, что во многих долинах происходило чередование эпох накопления аллювиальных отложений с эпохами углубления речных долин. Аналогичные явления отмечены и для других регионов Востока Азии - на Северо-Востоке России, в Приохотье, Восточном Китае (Воскресенский и др., 1979; Ананьев и др., 1979; Лебедев, Шубин, 1979; Коноплева, Сокольский, 1979; Сун Кан Фо, 1988; Qiu Shanwen and cf..., 1986).

Одной из важнейших проблем региональной геоморфологии бассейна Амура является выявление направленности современных процессов формирования долин крупных рек рассматриваемого региона. В конце 1940-х годов Ю.А.Билибин (1959) впервые обратил внимание на признаки современной аллювиальной аккумуляции в долине нижнего течения р.Амура. В начале 70-х годов были получены первые надежные данные, свидетельствующие о длительной непрерывной (порядка нескольких тысяч лет) аккумуляции в долине Нижнего Амура (Аваряскин, 1972, 1976; Левинтов, 1974).

В долине Амура и долинах некоторых его притоков современная аккумуляция проявилась достаточно широко (Махинов, 1984, 1986 в, 1990 в, 1994 а; Короткий, 1985). Она отмечается на всем протяжении Амура ниже впадения р.Сунгари и в низовьях его притоков Амгуни, Усури, Анюя и некоторых других (рис.1). При этом накопление аллювия происходит также в пределах горных отрезков долины Амура (Махинов, 1988). Однако закономерности влияния процессов аккумуляции в долине на формирование рельефа на прилегающих территориях изучены еще недостаточно.

Большие сложности возникают также при оценке направленности вертикальных деформаций русла реки за относительно короткий отрезок времени (Маккавеев, 1948; Маккавеев, Чалов, 1954).

Как показали исследования последних лет в Приамурье широко распростра-

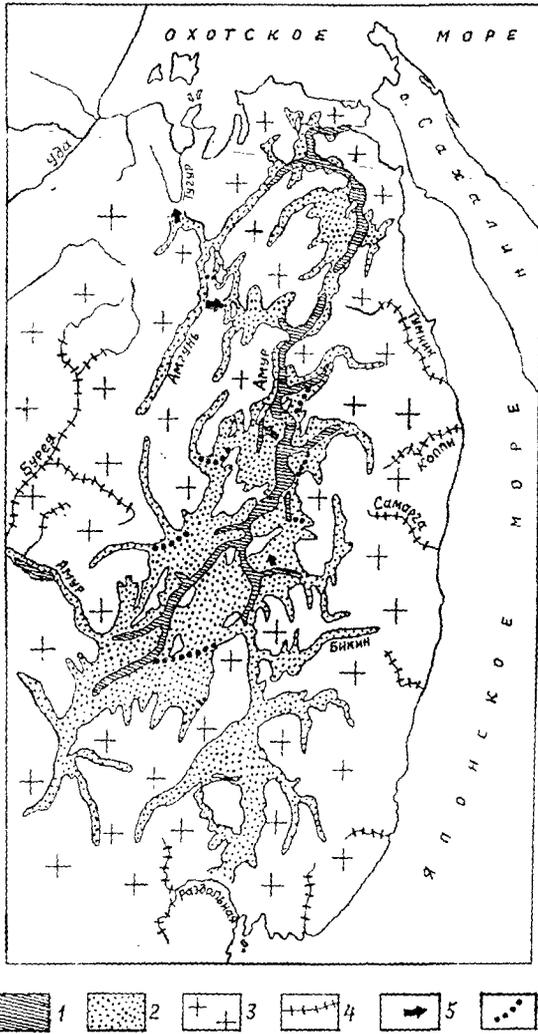


Рис. 1. Области распространения верхнечетвертичной и современной аккумуляции в бассейне нижнего течения р. Амур.

1-современная направленная аккумуляция в долинах рек, 2-области аккумуляции в позднечетвертичное время, 3-области денудации в позднечетвертичное время, 4-углубление долин в позднечетвертичное-голоценовое время, 5-участки перелива воды при высоких паводках, 6-участки перехваченных русел рек.

нены педименты в долинах рек, расположенных в обрамлении древних или современных областей аккумуляции (Уфимцев, Иванов, 1984; Махинов, 1977, 1985, 1986 а). Это указывает на активизацию процессов педиментации в условиях повышающихся базисов денудации. Известно, что в долинах крупных рек в формировании мезорельефа большую роль играют эоловые процессы (Тимофеев, 1970; Коржуев, 1977; Борсук, 1983). Распространение и особенности строения эоловых форм рельефа в Нижнем Приамурье практически не изучены, хотя на Среднем Амуре, в долинах Зеи и Сунгари подобные формы описывались неоднократно (Анерт, 1904; Тимофеев, 1970 и др.). Песчаные бугры и гряды в пойме Нижнего Амура имеют различную морфологию и возраст. Их часто принимают за древние приустьевые валы.

Во многих работах по региональной геоморфологии принимается как доказанное деление поймы Амура на высокую и низкую (Никольская, 1972; Разрез..., 1978; Тимофеев, 1979 а и др.). Иногда выделяется и средний уровень поймы. Однако в условиях длительной устойчивой аккумуляции формирование поймы происходит не так, как при врезании реки. Принципиальное отличие заключается в том, что пойма в течение быстрого времени достигает стадии динамического равновесия (Махинов, 1988 б). Фрагменты низкой поймы являются крайне эфемерными образованиями.

Весьма дискуссионными и слабо изученными остаются вопросы происхождения и динамики крупных озер в долине Амура. Пространственным положением, особенностями гидрологического режима и современной динамики резко выделяются приустьевые озера, представляющие собой затопленные участки долин притоков в их нижнем течении (Аваряскин, 1972; Махинов, 1989 в, 1992 а). Неоднократные изменения направленности эрозионно-аккумулятивных процессов создавали различные условия для существования озер, вплоть до исчезновения их в этапы врезания. При аккумуляции площадь озер достигала значительных величин (Махинов, 1992 а). Однако детальные палеогеографические реконструкции затруднены слабой изученностью четвертичных отложений региона. Существуют различные мнения о тенденциях развития озер в настоящее время. Согласно исследованиям Ю.А.Микишина (1983) крупные озера сокращаются в размерах. Однако большое количество фактов свидетельствует об их современной трансгрессии (Степанов, 1959; Махинов, 1992 а).

Одной из нерешенных, но весьма важных для понимания развития природной среды региона проблем является изменение направления стока Амура в нижнем течении реки. Благоприятные геоморфологические условия для стока в разных направлениях неоднократно приводили к предположениям о стоке Амура в прошлом в Тугурский и Сахалинский заливы Охотского моря, в Татарский пролив через озеро Кизи (Кушев, 1936; Пиотровский, 1960; Лебедев, 1995), в Уссурийский залив Японского моря (Плахотник, 1969) и в Бохайский залив Желтого моря (Чемяков, 1964).

Участки древних и современных перестроек речной сети и переливов воды мо-

гут использоваться для гидротехнического строительства прежде всего с целью мелиорации земель, а также улучшения воднотранспортной сети региона. Были предложены проекты соединения Амура с бухтой Табо в Татарском проливе, используя озеро Кизи (Соловьев, 1967, 1990), а также канал, соединяющий р. Сунгари с р. Ляохэ (Дмитриева, Никольская, 1961).

Специфические процессы развития рельефа в конце верхнечетвертичного и голоценового времени в Нижнем Приамурье обусловили динамичное преобразование природных комплексов (Вокресенский, Махова, 1966; Ахметьева, 1977, Разрез..., 1978; Готванский, Махинов, 1983, Развитие..., 1988)). При этом в пределах низменностей большую роль в их эволюции играли рельефообразующие процессы и создаваемые ими формы аккумулятивного рельефа. На большей части территории нижеамурских низменностей они являются определяющими и в настоящее время.

Таким образом, решение отмеченных проблем региональной геоморфологии бассейна Нижнего Амура оказывается тесно связанным с выявлением особенностей современной динамики эрозионно-аккумулятивных процессов, их направленности, интенсивности и специфики взаимодействия с другими экзогенными процессами.

ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБЩИЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ РЕЛЬЕФА

Геолого-тектонический и палеогеоморфологический анализы территории юга Дальнего Востока (Худяков, 1972, 1977) позволили достаточно убедительно обосновать точку зрения о древнем (с конца палеозоя) формировании бассейна реки и увеличении его площади за счет последовательного становления крупных морфоструктур, в направлении с запада на восток. Соответственно этому, различные участки долины Амура и его крупных притоков также формировались неодновременно. При этом развитие рельефа в их пределах происходило в разных геотектонических условиях.

Геоморфоструктурное строение Нижнего Приамурья характеризуется сочетанием отрицательных и положительных разнорядковых структур, активно формирующихся в мезо-кайнозойское время (Худяков, 1977; Натальин, Алексеевко, 1989). Оно осложнено цепью сводовых поднятий Сихотэ-Алиня, пересекающих долину Амура в низовьях реки (Середин, 1987). Среднеамурская впадина является древним осадочным бассейном, общее погружение которой продолжается до настоящего времени (Сфимлев, 1984). При этом тектоническая активность территории постоянно менялась. Она достигала максимума в начале олигоцена и минимума - в миоцене (Варнавский, 1985; Натальин, Алексеевко, 1989). В миоцене Верхний Амур и Зея, имевшие сток в Желтое море, прорезали Малый Хинган (Варнавский, Сороченкова, 1977). Таким образом, в четвертичное время окончательно оформилась речная сеть бассейна Амура.

История формирования долины нижнего течения р.Амур в четвертичное время сложна и слабо изучена. Одновозрастные поверхности занимают различное гипсометрическое положение: в пределах крупных межгорных впадин они перекрыты толщей рыхлых отложений различной мощности, а на горных участках - подняты на разную высоту над современным урезом реки. Морфология долины осложняется наличием обширных конусов выносов притоков.

Палеогеографические исследования в Нижнем Приамурье и на прилегающих территориях (Ахметьева, 1977; Разрез...,1978; Голубева, Караулова, 1983 и др.), а также анализ строения современного рельефа долины Амура, сформированного за последние 12-15 тысяч лет, позволил наметить основные этапы геоморфологического развития территории в конце четвертичного периода (Махинов, 1990 а; Makhinov, 1991).

В каргинское межледниковье и во время последнего оледенения (с 30-25 до 15-12 тысяч лет назад) долина реки заполнялась аллювиальными наносами. Уровень аккумуляции был наивысшим за всю историю долины Амура. В устьевых частях крупных притоков (Ануй, Гур, Уссури, Тунгуска и других) формировались обширные конусы выноса.

В самом конце верхнечетвертичного времени и начале голоцена происходило врезание русла Амура на 15-20 м. Вдоль современной поймы реки отчетливо прослеживается уступ, расчлененный оврагами и долинами небольших рек (Махинов, 1991 г). Глубинная эрозия распространилась регрессивно по всему бассейну Нижнего Амура. Этим обусловлено своеобразное положение конусов выноса притоков, имеющих резкие уступы и явно реликтовый облик. Ведущим русловым процессом на равнинах становится свободное меандрирование. Обширные припойменные озера были спущены и их освободившиеся от воды днища стали заболачиваться. В процессе меандрирования формировались песчаные косы и прирусловые валы, на которых в результате эоловых процессов образовались высокие гряды с пологим наветренным и крутым противоположным склонами.

В середине голоцена в долине всего нижнего течения Амура возобновляется избыточное накопление наносов в пойме и русле реки, в результате которого их поверхность стала подниматься относительно окружающей территории. Интенсивность аккумуляции оценивается величиной 0,56-1,20 мм/год (Махинов, Чалов, Чернов, 1994). К настоящему времени раннеголоценовый врез наполовину заполнен аллювиальными отложениями. Вновь стали формироваться припойменные озера, наиболее крупные из которых имеют площадь более 100 кв.км (Болонь, Хумми, Кизи и другие).

Существенно изменился характер русловых процессов. Русло Амура в процессе устойчивого накопления наносов преобразовалось в многорукавное. В расширенных долины наибольшее развитие получила пойменная многорукавность, а в сужениях

при пересечении горных массивов - русловая многорукавность.

Устье Амура в результате подъема уровня моря было затоплено в конце оледенения и в его пределах до настоящего времени формируется дельта выполнения, поверхность которой характеризуется плоским рельефом и дельтовым типом разветвления рукавов. Однако интенсивность формирования дельты невелика вследствие высоких скоростей отливных течений, выносящих в Охотское и Японское моря основную массу поступающих в устье взвешенных наносов. Существенную роль в установлении квазиравновесного баланса наносов в устье Амура играет захват и вынос льдом значительного количества тонкообломочного материала с обширных отмелей в устье и лимане реки (Махинов, 1994 б).

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН В УСЛОВИЯХ НАПРАВЛЕННОЙ АККУМУЛЯЦИИ

Длительная направленная аккумуляция в долинах рек сопровождается постоянным накоплением наносов в русле и на пойме, что ведет к повышению их гипсометрического положения. При этом в морфологии долин, а также в строении рыхлых отложений возникают специфические особенности, обусловленные данным режимом развития рельефа. Они заключаются в следующем. В пределах низменностей русло Амура характеризуется интенсивной фуркацией с преобладанием сложных форм разветвлений (Махинов, Чалов, Чернов, 1994). Единичные, сопряженные и пойменно-русловые разветвления (по Чалову, 1984) распространены особенно широко и имеют суммарную протяженность до 80 % длины реки. Отмечается некоторое преобладание сложных одиночных разветвлений. Для крупных пойменных рукавов реки весьма характерно вторичное разветвление.

В горной части долины русло Амура однорукавное слабозвилистое, а местами прямолинейное. Редкие небольшие острова преимущественно каплевидной формы расположены обычно вдоль одного из берегов и отделяется от него узким коротким рукавом.

Русловой аллювий представлен среднеречными и крупнозернистыми песками с маломощными прослоями и линзами гравийного материала. В его строении отмечаются следующие особенности:

- а) преимущественно песчаный состав руслового аллювия характерен для горной части долины так же, как и для равнинной;
- б) в пределах равнины повышенное содержание гравийного материала наблюдается ниже устьев крупных горных притоков (Анхой, Гур, Писуй и др.);
- в) большинство притоков Амура не выносят в его русло обломочный материал, так как впадают в приустьевые озера;
- г) русловая фация пойменных отложений залегает низко; д) в строении аллювиальных отложений четко выделяется переходный горизонт между русловой и пой-

менной фациями, представленный мелко- и тонкозернистым песком.

2. Бечевники вырабатываются в коренных породах и рыхлых отложениях. Ширина бечевников на коренных породах различна - от 15 м до 70 м. Их поперечные профили слабо выпуклы в верхней части. Крутизна поверхности составляет 8-10 градусов. В верхней части профиля (20-30 м) бечевник сложен коренными породами.

Для его нижней части характерна четкая дифференциация обломочного материала по крупности. В направлении к руслу крупногалечно-валунные отложения замещаются галечным, затем гравийным и на самом нижнем участке песчаным материалом. При этом в разрезе отложений нижней части бечевника вскрывается толща с закономерным изменением состава осадков от крупнообломочных внизу до песчаных или гравийно-песчаных сверху.

Характерная черта бечевников рыхлых пород - резко выраженный микро рельеф в виде многочисленных уступов высотой от нескольких сантиметров до 0,5-0,7 м, соединенных слабонаклонными абразионными площадками шириной до 10 м.

3. Пойма в нижнем течении Амура занимает площадь свыше 7,5 тысяч квадратных километров. Наибольшая ее часть (около 40 %) расположена в пределах Среднеамурской низменности, где она образует серию чередующихся сужений и расширений. Расширения поймы представляют собой вытянутые вдоль русла аккумулятивные поля неправильной формы, похожие на обширные внутренние дельты, размером до 30x50 км. Ширина поймы в сужениях, протяженность которых составляет 30-40 км, не превышает 10 км.

В Удиль-Кизинской и Амуро-Амгуньской низменностях чередование сужений и расширений менее выражено.

В горной части долины Амура пойма представлена незначительными по площади фрагментами, протягивающимися узкой полосой вдоль одного из берегов реки.

Выделено несколько типов пойм, среди которых наиболее распространены грядово-ложбинная и плоская поймы (Махнин, 1987, 1990 в), занимающие до 70 % площади.

Грядово-ложбинная пойма разделяется на следующие разновидности по степени выраженности форм рельефа: а) речово-ложбинная, представленная чередованием высоких эоловых форм рельефа (высотой до 12 м над поверхностью поймы) - ложбинами на месте бывших рукавов и старич, б) грядово-ложбинная, образующаяся при причленении кос или смещающихся небольших островов к достаточно стабильному пойменному массиву, в) волнисто-ложбинная, характеризующаяся выровненным рельефом и крутосклонными узкими рукавами извилистых очертаний.

Плоские пойменные массивы, примыкающие к обширным по площади приустьевым озерам, характеризуются низкими поверхностями одного уровня. Они обра

зуются в процессе интенсивного осадконакопления в устьях впадающих в эти озера рукавов, формируя кловидные дельты, сливающиеся между собой.

В целом, пойменные массивы Нижнего Амура имеют исключительно сложное сочетание участков с различным типом поверхности, обусловленное многократными рамывами берегов и нарастанием массивов вследствие приращения кое. Характерная особенность поймы Амура в пределах равнины - одновысотность поверхности. Пойменные участки разного возраста имеют один уровень.

Общие закономерности в строении отложений пойм состоят в следующем. В толще пойменной фации, представленной легкоусадочными отложениями наблюдаются отдельные слои или серия слоев более грубого механического состава, что обусловлено плановыми перемещениями рукавов реки.

Пойменная фация в пределах древних обширных массивов поймы имеет значительную мощность, нередко превышающую 10 м. Современные колебания уровней воды между летней меженью и пиками паводков составляет на этих участках 5-6 м. Нижние горизонты пойменной фации отличаются значительной плотностью и сильно ожелезнены. Подошва ее находится на большой глубине под урезом воды даже в низкую межень. На молодых пойменных островах, имеющих такую же высоту, пойменная фация составляет обычно 0,9-1,5 м. Очевидно, эта толщина является нормальной для поймы, только достигшей этого высотного уровня.

Подошва пойменной фации залегает на различной глубине в зависимости от возраста пойменного участка. Чем он древнее, тем ниже гнeометрическое положение подошвы. Поверхность осередков в русле реки располагается на 2-3 м выше кровли русловой фации в пределах островных пойменных массивов относительно молодого возраста и на 5-8 м выше, чем в центральных частях крупных островов (рис 2).

В долине нижнего течения р.Амур широкое развитие получила наложенная пойма. Она приурочена к пониженным участкам верхнечетвертичной озерно-аллювиальной равнины, примыкающим к пойме реки. Особенно большие затопления отмечаются в пределах Среднеамурской низменности - ниже г. Хабаровска на левобережье выше с.Троицкое, выше г.Амурска.

4. Прирусловые валы составляют одну из характерных черт мезорельефа речных пойм (Беленевский, 1936; Шанцер, 1951; Чернов, 1983). В пойме р.Амур прирусловые валы часто встречаются на участках пойменной многорукавности, формируя иногда сложные концентрические системы трив на островах. Такие древние валы носят местное название - "режки".

Протяженность релок достигает нескольких километров. Высота их колеблется от 0,5-1,0 м до 8-10 м над поверхностью поймы (до 15 м над среднепогодным уровнем воды в р.Амур).

Строение релок зависит от их морфологических особенностей. Резко выра-

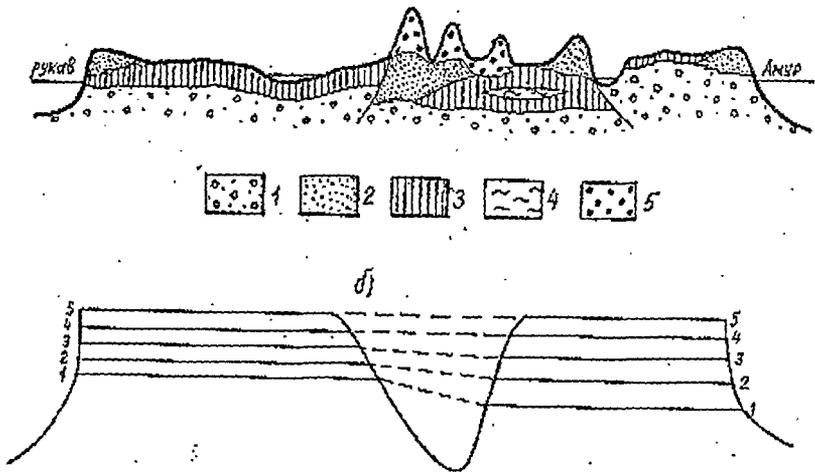


Рис. 2. Схема строения (а) и формирования (б) пойменного массива в условиях направленной аккумуляции наносов в долине.

Отложения фаций: 1-русловой (песок с гравием), 2-при-русловых валов (тонкозернистый песок), 3-пойменный (суглинок), 4-старичной (илистый песок), 5-золотых релок (малкозернистый слоистый песок). На схеме б) 1-5 - последовательное положение поверхности поймы при установлении динамического равновесия (4-5) в развитии древнего и молодого фрагментов пойменного массива.

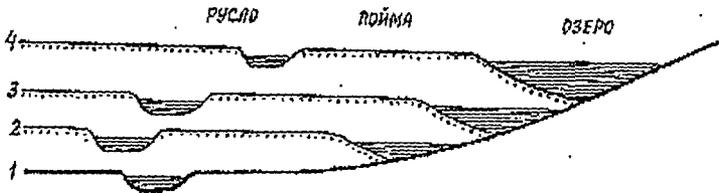


Рис. 3. Схема положения приустьевых озер в долине реки и их динамика в процессе направленной аккумуляции наносов. 1-4 - последовательное положение уровня дна долины.

женные в рельефе поймы вальды сложены полностью мелкозернистым песчаным материалом. Рельеф со сложными склонами частично, за исключением привершинной части, перекрыты пойменной фацией аллювиальных отложений. Слабо выраженные в рельефе с пологими склонами вальды полностью погребены пойменными отложениями. Таким образом, строение релок свидетельствует о "погружении" их относительно окружающей поверхности.

5. В долине Амура широко распространены приустьевые озера. Они располагаются в устьях притоков или примыкают непосредственно к руслу и имеют различные размеры и форму. Дно озер сложено светло-серыми илестыми алевритами, а в устьях горных рек - глинисто-галечно-валунами отложениями. У подножий крутых склонов, сложенных коренными породами, образуются абразионные бенчи до 40 м шириной.

Продолжительность существования озер составляет 5-6 тыс. лет (Мордовин, Сохина, 1968), что подтверждается расчетами с использованием данных о глубине озер, скорости аккумуляции в долине Амура с учетом накопления осадков на дне озерных котловин (Махинов, 1992 а). За это время некоторые из озер были "отжаты" поймой Амура к краю долины на расстояние до 3-4 км (рис.3). Озера мигрировали по долинам притоков, изменяя свои размеры и конфигурацию. Следы подобных миграций хорошо сохранились в пойме в виде низкой плоской поверхности с характерным разветвленно-меандрирующим типом речной сети рукавов.

6. В приустьевых участках долин притоков Амура строение поймы и морфологические особенности русла имеют специфические черты, обусловленные длительным накоплением наносов в главной реке.

Выделяется три типа устьевых участков: а) озерно-дельтовый; б) дельтовый и в) пойменно-руслевой.

Озерно дельтовый тип подразделяется на два подтипа: I) собственно озерно-дельтовый, характеризующийся наличием в устье реки озера и формированием на этом участке четко выраженной дельты выноса или конуса выноса из отложений, приносимых рекой. Наиболее типичным примером подобного образования является дельта р.Харпи, впадающей в оз.Болонь.

II) озерно-дельто-пойменный подтип устьевых участков характерен для равнин. Впадающие в озера достаточно крупные реки не образуют четко-выраженных дельт, однако аномально широкая пойма с интенсивно выраженной много рукавно-стью проявляется в отдельных случаях на десятки километров выше устья (нижнее течение рр.Сига, Бичи, Джук и др.).

Дельтовый тип устьевых участков характеризуется отсутствием озер в устье реки и также делится на два подтипа:

I) широкодельтовый, характерный для крупных притоков Амура, выносящих

значительное количество обломочного материала. Типичным примером является р.Амгунь.

II) пойменно-дельтовый подтип устьевых участков притоков Амура образуются на реках, выносящих огромное количество гравийно-галечного материала. К таким рекам относятся Анжуй, Гур, а также крупный приток р.Уссури - Хор.

Пойменно-русловой тип устьевых участков характерен для наиболее крупных притоков Амура - рек Уссури и Сунгари. Руслу этих рек при впадении однорукавные, а ширина поймы имеет те же значения, что и на всем нижнем отрезке реки. Современная аккумуляция по Уссури проникает на 120 км выше ее устья, а по Сунгари - на 50-70 км.

7. Длительная аккумуляция в пределах Среднеамурской и других впадин в бассейне Нижнего Амура, начавшаяся в конце мела-палеогене (Варнавский, 1971, 1985; Ахметьева, 1977; Алексеев, 1978; Натальин, Алексеенко, 1989) привела к формированию обширных аккумулятивных равнин, имеющих сложное строение поверхности (Венус, 1964; Кузьменко, 1982; Махинов, 1991 а). В их пределах обычно выделяется несколько генетических типов равнин более мелкого таксономического ранга - озерных, аллювиальных, пролювиальных конусов выноса, склоновых шлейфов (рис.4).

В долине Амура широкое распространение имеют конусы выноса. Аллювиальные конусы выноса сформированы крупными притоками Амура, в течение продолжительного времени выносящими из горного обрамления низменностей большое количество обломочного материала. Наиболее значительные из таких образований созданы реками Гур и Анжуй. Аналогичные, но менее обширные, конусы выноса формировались в устьях небольших рек, таких как Силлинка, Силасу, Писуй и других. Поскольку аккумуляция по долинам рек проникала довольно далеко в пределы горного обрамления, то в этих долинах формировались и сохранились конусы выноса притоков, сложенные значительно более грубым материалом, чем русловой аллювий главной реки. Они часто принимаются за террасы, хотя их морфологический облик и состав отложений свидетельствуют о формировании притоками, а не главной рекой. Такие конусы выноса в бассейне р.Гур были описаны Г.С.Ганешиним и А.И.Жамойдой (1956) и установлены в бассейне верхнего течения р.Уссури (Короткий, Караулова, Троицкая, 1980).

Анализ геологических материалов о строении рыхлых отложений долины Амура в пределах Среднеамурской низменности и Комсомольско-Киселевского сужения по данным объединения "Дальгеология" показывает, что современные аллювиальные отложения русла и поймы р.Амур вложены в толщу плиоцен-четвертичных осадков и отделяются от них четко выраженным уступом высотой от 3-4 до 10-12 м (рис.5). Верхние горизонты плиоцен-четвертичной толщи представлены преимущест

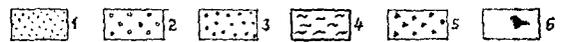
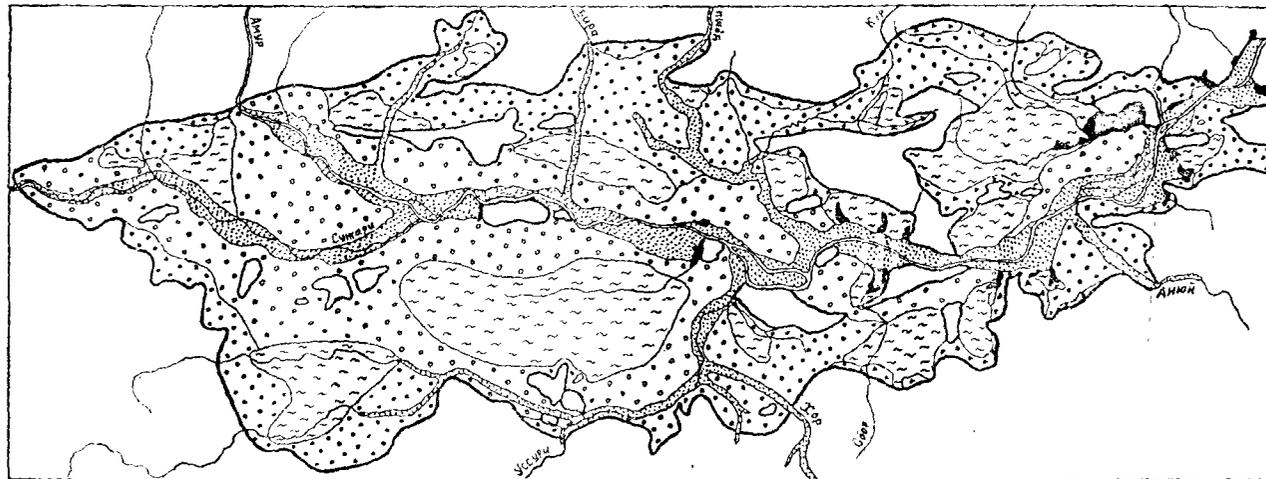


Рис.4. Строение поверхности Среднеамурской низменности.

1-пойма крупных рек, 2-верхнечетвертичная аллювиальная равнина Амура, Сунгари и Уссури, 3-аллювиальные конусы выноса притоков, 4-озерная равнина, 5-шейфы склоновых накоплений, 6-приустьевые озера подпора.

венно галечно-песчаными аллювиальными и глинистыми озерными отложениями мощностью от 25 до 50 м и характеризуются спорово-пыльцевыми спектрами, соответствующими эпохе позднего оледенения. В СПП - спектрах доминирует пыльца мелколиственных (особенно кустарниковых форм березы и ольхи) пород и лиственницы при незначительном количестве пыльцы ели и пихты. В этих же горизонтах обнаружены остатки скелетов мамонтов позднего типа (Николаева, 1956).

Среди верхнечетвертичных отложений во многих местах на поверхность выходят более древние, в том числе раннечетвертичные и плиоценовые толщи, однако контуры их в пределах Среднеамурской впадины не выражены в рельефе даже сглаженными уступами. Они перекрыты субаэральными бурыми суглинками, вероятно, позднечетвертичного возраста.

Современные пойменные отложения, вскрытые скважинами в районе г.Амурска и с.Троицкое, имеют мощность до 35 м (рис.5). Нормальная мощность аллювия для нижнего течения р.Амур составляет 20-25 м. Отложения представлены частым и сложным чередованием слоев различного литологического состава с преобладанием в нижних горизонтах галечно-песчаного, а в верхних - песчано-суглинистого материала. Так как нормальная мощность аллювия в условиях направленной аккумуляции меньше, чем определяемая суммой глубины плесов и высоты максимальных паводков (вследствие эффекта динамического равновесия в развитии поймы), то современные пойменные отложения Амура характеризуются повышенной мощностью.

В нижних горизонтах отложений поймы, вскрытых скважинами в районе с.Троицкое, по данным С.П.Кузьменко в спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца древесных (до 70%), в составе которой много березы, ольхи, ели, лиственницы с примесью лещины, ильма, липы, ореха манчжурского и других широколиственных пород, что соответствует климатическому оптимуму голоцена.

Под современным руслом и поймой р.Амур установлен неглубокий врез (около 20 м вблизи г.Амурска), а в низовьях некоторых притоков (рр.Силинка, Черная) - переуглубления до 15 м, заполненные голоценовыми галечно-песчаными русловыми отложениями.

Наложная пойма занимает небольшую площадь в понижениях рельефа Среднеамурской и Удиль-Кизинской низменностей и по морфологическим особенностям поверхности не выявляется. Ее отложения представлены маломощной (до 0,2 м) толщей суглинистого материала.

8. На строение и динамику склонов существенное влияние оказывают направление и интенсивность смещения базисов денудации (Махинов, 1985). В условиях длительной аккумуляции наносов преобладают повышающиеся, наступающие и отступающие базисы денудации, обусловившие формирование преимущественно вы-

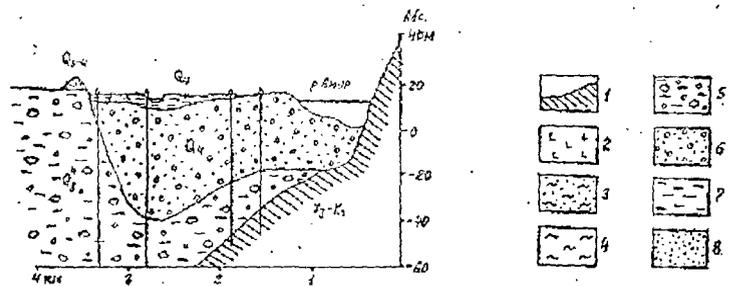
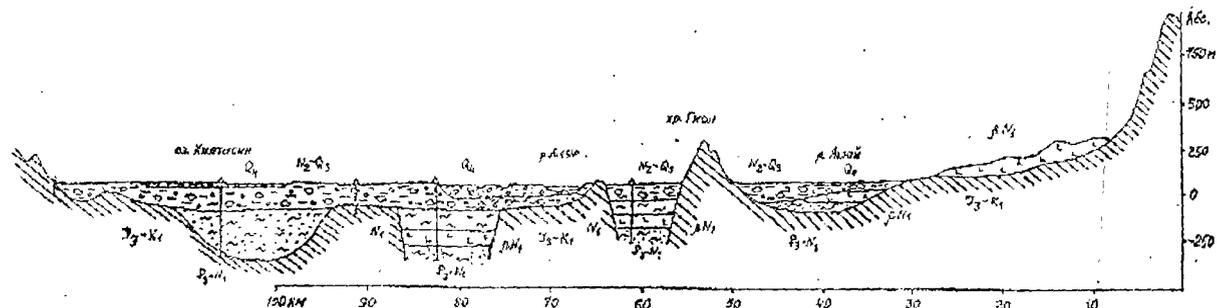


Рис. 5. Строение долины р. Амур в пределах Среднеамурской низменности (вверху) и характер залегания современных аллювиальных отложений в районе г. Амурска (внизу).

1- осадочные коренные породы, 2- базальты, 3- песчано-глинистые, 4- глины, 5- вулканико-галечно-суглинистые отложения, 6- пески и галечники, 7- суглинки, 8- лески.

пукло-вогнутых и выпуклых профилей склонов.

Выпуклые склоны характерны для нижних отрезков долин притоков при пересечении Амуром горных территорий. Часто встречаются склоны с вогнутой частью сверху и выпуклой внизу. В формировании подобного профиля склона отразились различные этапы развития рельефа. Во время верхнечетвертичной аккумуляции в бассейне Амура были широко распространены относительно пологие выпукло-вогнутые склоны значительной длины. Затем во время голоценового оживления глубинной эрозии склоны приобрели в нижней части выпуклый профиль.

ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННЫЕ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ДОЛИНЕ АМУРА

В долине Амура процессы экзогенного рельефообразования длительное время происходили на фоне направленного накопления наносов в русле и на пойме. Аллювиальная аккумуляция обусловила специфическое проявление различных экзогенных процессов на соседних территориях, пространственно сопряженных с руслом и поймой - озерных акваториях, древних аллювиальных равнинах, на склонах и в нижних отрезках долин притоков.

Современный этап аккумуляции в долине Амура, продолжающийся в течение последних 5-6 тысяч лет (Махинов, 1990 а; Makhinov, 1991), позволяет достаточно четко выявить особенности геоморфологических процессов при данном режиме развития рельефа территории, так как значительная длительность этого этапа обусловила определенную устойчивость и полноту их проявления. Следует отметить, что современные рельефообразующие процессы в бассейне Нижнего Приамурья изучены недостаточно. Особенно мало данных по количественной оценке интенсивности ведущих процессов рельефообразования. Они имеются в работах Н.С.Знаменской (1981), Л.П.Аваряскина (1976), А.Н.Махинова (1985, 1986 б, 1990 в) и некоторых других.

4.1. Водный режим Амура и его поймы

Изменение колебаний уровней воды р.Амур по длине реки зависит от особенностей строения долины. На участке реки от Малого Хингана до устья превышение уровня 1% обеспеченности над среднемноголетним колеблется от 14 до 4 метров. Наибольших значений оно достигает в ущелье Малого Хингана и составляет 12-14 м, в Комсомольско-Киселевском сужении долины - 8-10 м, а в пределах Чаятынского сужения - около 7-8 м. На равнинных участках долины происходит распластывание потока и замедление скоростей течения. На широкой пойме в пределах Среднеамурской низменности этот показатель составляет 4-6 м, Удыль-Кизинской - 6-7 м, а Амуро-Амгуньской - от 6 до 3 м. Характеристика водного режима поймы Амура представлена в табл.1.

Основные особенности водного режима поймы Нижнего Амура в пределах

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАТОПЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ МАССИВОВ В ДОЛИНЕ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РАМУР

| Участок долины | Тип поймы Уровень затопления поймы, м | Уровень, м (по ближайшему посту) | Обеспеченность, % | Площадь затопления, % | Сред. продолж. затопления, дни | Максимальн. продолж. затопления, дни |
|----------------------------------|--|----------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Средне-амурская низменность | Волнисто-ложбинная. 465 | 294 | 98,7 | 11 | 76,8 | 168 |
| | | 360 | 84,0 | 23 | 47,7 | 140 |
| | | 398 | 73,0 | 51 | 32,9 | 118 |
| | | 465 | 50,7 | 78 | 14,6 | 73 |
| | | 565 | 18,9 | 90 | 2,6 | 22 |
| | | 629 | 6,0 | 96 | 0,1 | 6 |
| Комсомольско-Киселевское сужение | Гривисто-ложбинная. 567 | 637 | 4,8 | 97 | | |
| | | 427 | 86,5 | 16 | 51,0 | 167 |
| | | 518 | 79,5 | 50 | 28,2 | 114 |
| | | 567 | 60,0 | 71 | 20,4 | 93 |
| | | 608 | 49,0 | 80 | 14,2 | 77 |
| | | 708 | 28,6 | 90 | 5,8 | 36 |
| Удиль-Кизинская низменность | Речочно-ложбинная. 388. | 227 | 25,6 | 100 | 4,7 | 31 |
| | | 268 | 78,0 | 9 | 48,2 | 171 |
| | | 289 | 73,5 | 32 | 40,8 | 167 |
| | | 349 | 57,5 | 61 | 22,3 | 116 |
| | | 388 | 46,0 | 72 | 16,7 | 85 |
| | | 449 | 20,5 | 83 | 8,1 | 55 |
| Амуро-Амгуньская низменность | Плоская. 443 | 548 | 10,0 | 92 | 0,9 | 17 |
| | | 617 | 2,4 | 94 | | |
| | | 403 | 90,0 | 6 | 45,6 | 174 |
| | | 419 | 84,0 | 45 | 35,3 | 161 |
| | | 439 | 71,5 | 93 | 26,0 | 142 |
| | | 443 | 70,0 | 95 | 24,0 | 120 |
| | | 483 | 48,5 | 100 | 11,7 | 80 |

зоны аккумуляции сводятся к следующему: а) частое затопление пойменной поверхности: подъем воды превышает средний уровень поймы 1 раз в 2 года, при этом затопливается от 70 до 90% ее площади; б) глубина затопления поймы достаточно велика: над средним уровнем поймы она составляет 1-2 м, над ее низкими участками 4-5 м; в) продолжительность затопления поймы среднего уровня составляет 14-20 дней в году при максимальных значениях до 120 дней; г) расширенные участки поймы обеспечивают условия замедленного течения водного потока в их пределах, способствуя достаточно равномерному осадконакоплению в пределах таких расширений.

4.2. Сток наносов

Сток взвешенных наносов р.Амур измеряется в трех пунктах, расположенных в нижнем течении реки. Самый верхний (г.Хабаровск) находится ниже слияния Уссури с Амуром. Среднегодовой сток наносов составляет 24 млн.тонн. Наибольшее их количество - 47 млн.тонн (1956, 1960 гг.) в 7,8 раза превышает наименьшее - 6 млн.тонн (1979 г.). Среднегодовое количество наносов в створе Комсомольска составляет 15 млн.тонн. Максимальная величина (27 млн.тонн в 1964 г.) всего лишь в 3 раза превышает минимальную (9 млн.тонн в 1979 г.).

Взвешенные наносы накапливаются в пределах поймы, в то время как влекомые преимущественно в главном русле реки и ее рукавах. При этом на фоне направленной аккумуляции, когда избыток наносов пополняет констративную толщу, происходит интенсивное движение побочной, донных гряд, перекатов вниз по реке, а также вынос взвешенных наносов в эстуарий. Разность в величине твердого стока на участке р.Амур между Хабаровском и Комсомольском-на-Амуре позволяет оценить среднюю скорость осадконакопления величиной 0,56-1,20 мм/год.

4.3. Особенности аккумуляции наносов на пойме.

Полученная скорость повышения поверхности поймы является дополнительной, обусловленной избыточным накоплением наносов. При этом повышение поймы происходит относительно окружающей территории, а не относительно характерных уровней воды в реке, поскольку и русло поднимается на более высокую гипсометрическую отметку (Махинов, 1990 в).

Наиболее мощный слой наилка образуется на поверхности молодых пойменных участков - зарастающих осередков, кос, побочной. За один средний по размерам паводок слой наилка, представленного опесчаненным суглинком, достигает толщину 20-30 см. Через 15-20 лет поверхность поймы повышается на 1,5-2,0 м. Затем интенсивность осадконакопления уменьшается до 2-3 см/год.

Наименее интенсивное осадконакопление происходит во внутренней части обширных по площади пойменных массивов, куда проникают осветленные водные массы. Скорость осадконакопления составляет в среднем менее 0,5 мм/год. В понижениях поймы и в пределах старичных озер осадконакопление идет несколько быстрее

если пойменные массивы имеют небольшие размеры.

В результате пойма достигает в высоту предельного уровня, который в отличие от врезающихся рек соответствует не уровню перехода поймы в террасу, а располагается гипсометрически значительно ниже. В зависимости от количественных показателей отмеченных выше факторов этот уровень будет различным на разных реках или разных участках одной реки. Следовательно, при развитии поймы в подобных условиях она не преобразуется в террасу.

4.4. Формирование смещающихся островов в руслах аккумулярующих рек

Модель формирования подвижного острова была разработана А.В.Поздняковым (1982), А.Н.Махиновым, А.В.Поздняковым, А.В.Ушаковым (1986, 1987) и опробована на материалах изучения некоторых островов в нижнем течении Амура.

Согласно данной модели при постоянных гидрологических и гидродинамических режимах реки форма и размеры острова при дальнейшем его развитии не изменяются. Максимальная высота не достигает предельной величины, но будет тем ближе к ней, чем длиннее остров. Таким образом, смещающийся по течению реки и сохраняющий постоянную высоту и длину остров находится в состоянии динамического равновесия, при котором его параметры не изменяются во времени. Возраст такого острова можно определить из уравнения: $T = L / v$, где L - длина острова, v - средняя скорость смещения.

4.5. Эрозионно-аккумулятивные процессы.

Река Амур характеризуется высокой динамичностью русловых переформирований (Поцов, Снитченко, 1971; Знаменская, 1981; Махинов, 1984). Это проявляется в интенсивном размыве берегов, появлении новых и расширении ранее действовавших рукавов, смещении плесов и перекатов, возникновении обширных кос и островов. Имеющиеся немногочисленные данные о скоростях этих процессов (Трегубов, 1959; Знаменская, 1981; Махинов, Кандировский, 1986), а также сравнения плановых съемок отдельных участков русла Амура за разные годы свидетельствуют о значительной неравномерности интенсивности этих процессов на различных по морфологии участках реки.

Максимальные деформации русел приурочены к расширениям поймы. При этом нередко близкорасположенные рукава характеризуются неодинаковой активностью размыва берегов. Менее активны плановые деформации русла в пределах узкой горной долины и на приустьевом участке Амура. В боковой эрозии русла р.Амур в пределах равнины важную роль играют абразионные процессы (Махинов, Кандировский, 1986).

В зоне выклинивания направленной аккумуляции в долине Амура (выше впадения р.Сунгари) многорукавность реки имеет особенности, обусловленные слабой

интенсивностью процессов накопления аллювиальных толщ: а) отсутствие рукавов в удаленных от основного русла частях поймы; б) пойменные массивы имеют размеры, по которым их трудно отнести однозначно к островам русловой или пойменной многоорукавности, т.е. занимают промежуточное положение; в) в русле реки подобная многоорукавность распространена дискретно, в виде скоплений нескольких крупных островов, разделенных участками одноорукавных русел с редкими небольшими островами или без них.

Таким образом, пойменная многоорукавность, достигающая наиболее полного развития ниже по Амуру, образуется за счет эволюционного развития русловой многоорукавности вследствие укрупнения русловых островов при длительной аккумуляции в долине.

Формирование бечевников происходит в обстановке постоянного их расширения, скорость (v) которого можно оценить по уравнению:

$$v = A / \sin \alpha ,$$

где A - интенсивность аккумуляции, α - крутизна поверхности бечевника. Исходя из данного соотношения и учитывая, что преобладающий наклон поверхности бечевников равен 8-10 градусам, скорость их расширения составит 4,5-5,0 мм/год.

4.6. Формирование пойменных и приустьевых озер.

Старичные озера в пойме Амура многочисленны и обычно имеют удлиненную слабоизогнутую в плане форму. Они мелководны и со временем распадаются на цепочку небольших водоемов.

Направленная аккумуляция обуславливает образование пойменных озер другими способами. Среди них установлены следующие:

а) озера, происхождение которых связано с подъемом уровня грунтовых вод в понижениях рельефа;

б) озера, образующиеся при формировании и замыкании двухсторонних кос вдоль нижних по течению сторон смещающегося вниз по реке пойменного острова;

в) озера, возникающие в пределах дельт, формирующихся в местах впадения рукавов Амура в крупные приустьевые озера. При наличии нескольких рукавов, образуемые ими дельты соединяются друг с другом и между ними остаются небольшие водоемы;

г) озера образующиеся за счет расширения второстепенных рукавов Амура, протекающих по краю поймы на значительном удалении от основного русла реки. Твердый сток этих рукавов невелик и поэтому осадконакопление вдоль их берегов мало, что обуславливает появление понижения, заполняющегося водой.

Строение берегов, а также факты затопления во многих мелководных заливах лесных участков с сохранившимися стволами деревьев, наступления на берег воднолюбивой растительности (Степанов, 1959) и заболачивания примыкающих к озерам

поверхностей (Прозоров, 1986) с несомненностью указывают на современную трансгрессно приустьевых озер (Машинов, 1992 а).

Совсем по другому происходит развитие двух крупнейших озер Нижнего Приамурья - Эворон и Чукчагирское. Во время максимума аккумуляции они имели значительно большие площади, чем сейчас. В раннеголоценовый этап врезания уровень этих озер существенно понизился. В настоящее время в связи с повышением поверхности в долинах рек Амур и низовьев Амгуни врезание вытекающих из этих озер рек Ольжикан (Чукчагирское) и Девятка (Эворон) резко замедлилось. Однако, поскольку регрессивная аккумуляция по долинам рек не достигла озер, они продолжают медленно уменьшаться в размерах.

Небольшие приустьевые озера в горной части долины Амура, а также вдоль коренных возвышенностей в обрамлении Среднеамурской и Удиль-Кизицкой низменностей мало динамичны. В Амуро-Амгунской низменности образование многих приустьевых озер не завершилось. Здесь происходит активное отчленение заливов р.Амур, вдающихся в долины притоков.

4.7. Устьевые процессы Амура.

Вследствие блокирования островом Сахалин побережья моря на участке впадения Амура, часть Татарского пролива, называемая Амурским лиманом, характеризуется сложными гидродинамическими условиями. Стоковые, приливно-отливные и егонно-нагонные течения определяют большое разнообразие и неустойчивость их направлений и скоростей (Соловьев, 1974; Козловский, 1978; Любичкий, 1986; Якушин, 1978 и др.) При максимальных приливах у г. Николаевска-на-Амуре 0,60 м влияющие приливной волны распространяется вверх по течению на 270 км до с.Богородское (Козловский, 1979). Скорости течения в лимане достигают 2,0 м/с (Соловьев, 1974; Лобанова, 1987). Эти факторы, а также особенности ледового морфолитогенеза в пределах устьевого участка Амура являются главными в процессе осадконакопления и динамики подводных аккумулятивных форм.

Обеднение взвешенных наносов в эстуарии Амура частицами крупных фракций обусловлено интенсивной аккумуляцией на участке нижнего течения реки, где на пойме и в русле осаждаются и накапливаются, переходя в геологический разрез, в первую очередь наиболее крупные частицы. В составе взвешенных наносов их доля вниз по реке постоянно уменьшается, достигая наименьших значений перед эстуарием. Частицы мелких фракций легко переносятся течениями на большие расстояния. На космических снимках шлейф мутной воды из Амура прослеживается в Сахалинском заливе и постепенно теряет свои очертания к северу от Сахалина.

Таким образом, уменьшение доли крупных фракций во взвешенных наносах не способствует образованию прибрежных аккумулятивных форм в эстуарии и лимане Амура. Поэтому заливы эстуария не отгорожены от водного потока даже небольшо-

ми косами.

4.8. Эоловые процессы.

Для крупных речных долин характерно широкое проявление эоловых процессов, развитию которых способствует ряд факторов, в особенности ветровой режим и наличие обширных площадей, сложенных песчаными отложениями (Борсук, 1983).

Современные эоловые процессы в долине Нижнего Амура практически не изучались. Упоминание о них есть лишь в некоторых работах (Трегубов, 1959; Нечаев, 1969; Развитие..., 1988).

Участки проявления современных эоловых процессов приурочены в основном к Среднеамурской низменности и Комсомольско-Киселевскому сужению долины. В Удыль-Кизинской низменности они распространены исключительно ограниченно, хотя древние эоловые формы встречаются чаще. Очевидно, в последние столетия произошло ослабление активности этих процессов. В пределах Амуро-Амгуньской низменности эоловые процессы не проявляются и в рельефе пойм формы эолового происхождения не обнаружены. В долинах притоков Амура слабовыраженные эоловые образования обнаружены лишь в низовьях р. Усури.

4.9. Ледовый морфолитогенез на берегах рек.

Ледостав на Нижнем Амуре устанавливается в середине ноября при высоких уровнях воды. Толщина льда к концу зимы достигает 1,2-1,4 м. В прибрежной части русла лед примерзает ко дну в полосе шириной в десятки и сотни метров. Во время ледохода вмерзшие в лед частицы грунта, включая галечный материал, переносятся на большие расстояния. На Амуре ледоход завершается при еще низких уровнях воды и поэтому роль его в формировании бечевников невелика по сравнению с реками Сибири. На вогнутых излучинах русла встречаются борозды протяженностью 60-100 м, шириной 10-15 и глубиной до 0,1 м, а на песчаных косах - высыпки галечного материала, принесенного льдом. Подобные отложения широко распространены на реках Дальнего Востока и получили название льдинный аллювий (Нечаев, 1967).

Более существенную геоморфологическую деятельность производит речной лед у подножий обрывистых коренных уступов, подрезаемых рекой. Обычно на таких участках образуются гряды высотой 0,5-1,5 м, шириной 5-15 м и протяженностью до 300 м, сложенные крупными глыбами до 2,5 м в поперечнике. Направленная аккумуляция в долине Амура способствует постоянному переформированию глыбистых гряд, образованных механическим действием плавающих льдов. Древних подобных образований на берегах реки не обнаружено.

ГЛАВА 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТИВНОГО РЕЛЬЕФА В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ

Общие закономерности рельефообразования в условиях аллювиальной аккумуляции рассматривались в ряде работ (Гимофеев, 1963; Маккавеев, Чалов, 1963; Хоменковский, 1972; Короткий, 1985; Махинов, 1989 б, 1990 в, 1991 а, 1994 а; Махинов, Чалов, Чернов, 1994; Soubies et al, 1987 и др.). Однако в них недостаточно полно анализируются основной комплекс процессов, а также особенности строения и динамики различных форм рельефа, обусловленные длительной направленной аккумуляцией.

Большое количество данных свидетельствуют о тектонической причине, обусловившей в результате опускания обширной территории длительную направленную аккумуляцию в долинах рек Нижнего Приамурья. Тектонические движения по своему типу относятся к колебательным эпейрогеническим и слабо связаны с неотектоническими структурами (Гуезов, Золотарская, 1987). Зона опускания земной коры проходит по восточному подножью Малого Хингана, вдоль которого прослеживается региональный глубинный разлом, разделяющий Амурский и Сихотэ-Алиньский литосферные блоки (Сорокин, 1990). Активность движений по разлому подтверждается концентрацией вдоль него эпицентров мощных землетрясений с магнитудой 5.8-7.6 и наличием в русле Амура на этом участке скалистого переката.

Тектонические движения отрицательного знака являются причиной аккумуляции в пределах нижних отрезков долин рек Азово-Кубанской равнины, Куры, Оби, Енисея и др. (Горелов, 1958; Менцераков, 1961; Попов, 1969; Сладковцев, 1973 и др.).

Детальное исследование рельефа хорошо сохранившихся молодых аккумулятивных равнин и современных геоморфологических процессов, обусловленных направленной аккумуляцией в долинах крупных рек в бассейне Нижнего Амура, а также опубликованные материалы по другим аналогичным речным системам различных районов земного шара позволили сформулировать основные положения концепции аллювиально-аккумулятивного морфогенеза.

1. Направленная аккумуляция в долинах рек определяет особенности стока воды и наносов, заключающиеся в продолжительном регулярном глубоком затоплении всех пойменных массивов, а также уменьшении объема переносимых во взвешенном и влечомом состоянии наносов в направлении по течению реки. Большая продолжительность затопления пойм характерна для нижнего течения р.Обь (Малик, 1972; Петров, 1979; Вакулин, 1984). Янцзы и Хуанхэ (Муранов, 1957, 1959). Объемы накоплений на различных реках мира неодинаковы (табл.2). Они зависят от физико-географических условий бассейнов рек, интенсивности тектонических опусканий,

степени сельскохозяйственного освоения территории и других факторов. В конечном счете объемы накоплений определяют скорость направленной аккумуляции в долинах.

Таблица 2

НАКОПЛЕНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ДОЛИНАХ
НЕКОТОРЫХ КРУПНЫХ РЕК ЗЕМНОГО ШАРА ПО ДАННЫМ
О ВЕЛИЧИНЕ ТВЕРДОГО СТОКА

| Река | Участок долины | Накопление млн.т | Источник |
|-----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Обь | Белогорье-Салехард | 9,93 | Дедков, Мозже-рин, 1984 |
| Енисей | Подкаменная-Тунгуска-Игарка | 1,94 | -/- |
| Янцзы | Цзяньли- устье | 217,20 | -/- |
| Иравади | Проме - Дельта | 39,84 | -/- |
| Инд | Калабаг -Котри | 229,40 | -/- |
| Хуанхэ | Шаньсянь - Меньцзянь | 1062,60 | -/- |
| Нигер | Бенуэ - устье | 23,50 | -/- |
| Амур | Хабаровск - Комсомольск | 5,0 | Махинов, 1990 |
| Аму-Дарья | Термез -Чатлы | 344,5 | Маккавеев, Беркович, Чалов, 1976 |
| Хуанхэ | Шаньсянь - устье | 780,0 | Зайчиков, 1964 |

2. Направленная аккумуляция по длине реки происходит неравномерно. Расширения имеют вид аккумулятивных полей неправильной формы с протяженными "аллювиальными заливами", расположенными поперек долины. Они в целом расширяются вниз по течению реки. Затем следует резкое сокращение ширины поймы с наименее интенсивной аккумулятивной деятельностью (Makhinov, 1994). Причина этого явления связана, вероятно, с проявлениями автоколебательного режима аккумуляции, аналогичного процессу формирования системы плесов и перекатов в реке, но более крупного порядка. Подобное чередование сужений и расширений характерно для Амударьи (Попов, 1977), Оби (Петров, 1979; Вакулин, 1984). Чередующие расширения и сужения поймы хорошо видны даже на мелкомасштабных картах в долинах Хуанхэ и Янцзы.

3. Типы русел и русловые процессы аккумулярующих рек характеризуются значительным разнообразием.

В пределах равнинных территорий формируются различные типы разветвленных русел с преобладанием сложных их форм. Наряду с простыми и сложными односторонними и сопряженными, а также односторонними разветвлениями широко распро-

странены своеобразные пойменно-русловые разветвления. Основные рукава этих разветвлений испытывают вторичное разветвление на всем своем протяжении, создавая исключительно сложную русловую сеть. В расширениях они поймы приобретают черты дельтовых разветвлений. На горных участках долины, характеризующихся узким прямолинейным или слабевзвистытым руслом, формируются слабовыраженные одно-сторонние разветвления с узкими короткими рукавами.

4. Направленная аккумуляция особенно большую роль играет в динамике поймы. Во-первых, средняя высотная отметка поверхности поймы ограничена предельной величиной, зависящей от скорости тектонического погружения территории. Чем оно интенсивнее, тем ниже высота поймы. Предельный уровень поймы аккумулятивных рек значительно ниже уровня высокой и средней поймы врезающейся реки при тех же колебаниях уровней воды. Так, например, на Среднем Амуре в пределах Зейско-Бурейской равнины высота поймы составляет 6-8 м, в то время как на Среднеамурской низменности 4-5 м, а в пределах Амуро-Амгуньской низменности всего 1-2 м. Аналогичная закономерность отмечается для нижнего течения р.Обь (Петров, 1979).

Во-вторых, происходит выравнивание поверхности древних пойменных массивов в результате относительного снижения высоких мезоформ рельефа (прирусловых валов, гряд и т.п.) и более интенсивного заполнения понижений. В центральных частях больших по размерам пойменных массивов сохраняются и длительное время существуют значительные понижения, заполненные водой. На пойменных островах Амазонки такие озера являются характерной деталью рельефа поймы (Мауго, 1983; Гюн, 1984).

В-третьих, вновь образованные пойменные массивы в течении короткого отрезка времени достигают предельной высотной отметки. На смешивающихся вниз по реке небольших островах этот процесс осуществляется за 200-400 лет (Машинов, Поздняков, Ушаков, 1986). На неподвижных пойменных массивах выравнивание высот поверхности молодых фрагментов поймы с древними происходит за 500-600 лет. Поэтому пойма аккумулятивных рек представлена в основном участками с достигнутым предельным уровнем и небольшими фрагментами низкой поймы, находящейся в различных стадиях достижения предельной высоты и, соответственно, разнообразными уровнями. Вдоль русла главной реки и крупных рукавов низкая пойма простирается в виде зоны определенной ширины (Машинов, 1990 в).

В-четвертых, пойменные массивы образуются в результате длительного развития от осередков (или группы осередков) до крупных островов площадью в десятки и сотни квадратных километров. Этот процесс происходит при нарастании небольших пойменных островов за счет приращения к ним побочной и роста кос. При достижении островом некоторой критической длины (1,0-1,5 км) начинается его бы-

стрый рост в направлении поперек русла. Смещение острова резко замедляется. Часто наблюдается регрессивный рост островов (Маккавеев, Чалов, 1963).

5. При значительной ширине поймы и слабой активности второстепенных рукавов на отдельных ее участках длительное время сохраняются условия для накопления пойменной фации, толща отложений которой достигает 10-15 м. При этом современные колебания уровней воды над отметками поверхности осередков и кос (средние высотные отметки русловой фации) составляет 4-6 м. Теоретическое обоснование возможности формирования повышенной мощности пойменной фации убедительно доказывается данными расчетов (Зимов, 1988).

Подошва пойменных отложений на молодых фрагментах пойменных массивов залегает выше, чем на древних. Разница высот нередко достигает 10 м и более. Обычно подошва фации поймы располагается ниже уреза воды в реке даже в период межени. Данные о мощности и глубине залегания подошвы пойменных толщ широко используются при анализе современных тектонических движений в долинах рек (Горелов, 1958; Мещеряков, 1961; Сладкопелцев, 1973; Махинов, 1994 и др.).

6. Древние и современные прирусловые валы и формирующиеся на их основе высокие золовые гряды характеризуются значительным морфологическим и метрическим разнообразием, обусловленным неодинаковой величиной погружения в толщу пойменных отложений. Наиболее молодые из них, в том числе формирующиеся, имеют резко выраженные формы, значительную высоту и расположены вблизи от современного русла реки. Высота золовых дюн достигает 10-15 м (Тимофеев, 1970; Чернов, 1983; Махинов, 1986 и др.). Их образование в пойме является характерной особенностью долин крупных рек (Борсук, 1983).

7. Вдоль подножий коренных берегов река вырабатывает наклонную площадку (бечевник), с выпуклым профилем в верхней части. Рыхлый чехол отложений имеет незначительную толщину, но чаще отсутствует. Подножья уступов подвержены активному воздействию процессов разрушения. В пределах узкой горной долины подобные склоны характерны для обоих берегов реки.

8. В устьях притоков аккумулярующих рек образуются озера различного размера и конфигурации. Они располагаются вдоль поймы и соединены с руслом главной реки одним или несколькими рукавами. Берега озер со стороны поймы активно наступают на акваторию, так как в устьях впадающих в них рукавов формируются дельты различного типа - лопастные, клювовидные, между которыми образуются отмели, низкие острова и другие аккумулятивные формы, за счет которых происходит интенсивное расширение поймы. Формирование подобных дельт отмечено в низовьях Енисея (Волков, Троицкий, 1950), Амура (Уфимцев, Иванов, 1984; Махинов, Кандиловский, 1986) и других аккумулярующих рек.

На непоймаемых берегах приустьевых озер происходит повышение уровня во-

ды и вследствие этого трансгрессия проникает по долинам впадающих в озера рек, образуя нередко вторичные озера или узкие заливы. Таким образом, озера как бы "оживаются" к краям долины. При этом на равнинных территориях они достигают значительных размеров (Янцзы, Амазонка, Нижняя Обь), а в горных долинах обычно невелики (Амур, Верхняя Обь)

9. Накопление наносов в долинах рек обуславливает регрессивную аккумуляцию в нижних течениях притоков. В низовьях небольших рек, выносящих незначительный объем твердого стока, образуются озера, почти полностью улавливающие поступающий материал. Аккумуляция отмечается лишь на небольших отрезках перед впадением в озеро. Она часто бывает подавлена регрессией озерного бассейна. В нижнем течении крупных рек, характеризующихся большим объемом твердого стока, озера отсутствуют, а регрессивная эрозия проникает на десятки и даже сотни километров. В долинах притоков наблюдаются те же признаки аккумуляции, которые характерны для главной реки. Перед зоной выклинивания аккумуляции происходит резкое изменение типа русловых процессов, в сторону преобладания ниже по течению различных форм разветвлений русла.

10. Повышение дна долины вследствие продолжительной аккумуляции приводит к образованию наложенной поймы на поверхности низких террас или древней аккумулятивной равнины. На первых этапах ее формирования связано с кратковременными затоплениями территорий вне поймы, а также переливами вод (даже в бассейны соседних рек). Перелив воды со временем при продолжающейся аккумуляции является причиной речных перехватов. Многочисленные случаи подобных явлений отмечаются в низовьях Амура, Хуанхэ и других рек.

11. Конечным этапом аллювиальной аккумуляции в долинах крупных рек при длительном состоянии режима осадконакопления является формирование равнины, в сложении осадков которой принимают участие различные генетические типы отложений (Тимофеев, 1963; Короткий, 1985 и др.). При тектоническом погружении территории на первых этапах формирования аккумулятивного рельефа происходит накопление аллювиальных толщ в долине главной реки за счет русловой и пойменной фаций, причем доля их в толще определяется шириной поймы.

По мере накопления осадков аккумуляция захватывает прилегающие территории - вначале нижние отрезки долин крупных притоков, затем участки наложенной поймы и низовий небольших рек, где начинается формирование приустьевых озер. Если на этой стадии они не подавляются наносами рек, то акватории их будут увеличиваться, пока этот процесс не ограничится влиянием горного обрамления равнины. Появление озер соответствует одной из первых фаз формирования аллювиально-аккумулятивного рельефа и поэтому не обязательно совпадает по времени с максимальной интенсивностью прогибания в пределах депрессии.

На поздних этапах аккумуляции озера достигают максимальных размеров. На Среднеамурской низменности, на Амуро-Зейской равнине и равнинах Восточной Монголии на последних этапах максимальной аккумуляции существовали обширные озера. Слабый последующий врез в низовьях Амура, а также в бассейнах Онона и Керулена способствовали сохранению здесь реликтовых озер (Чукчагирское, Эворон Бэндэрья-нур, Хурахын-нур и др.). Значительный (более 120 м) врез рек на Амуро-Зейской равнине привел к спуску всех озер, хотя в ее отложениях озерные осадки представлены широко (Геоморфология ..., 1973; Варнавский, 1985).

Аллювиальная аккумуляция проникает по долинам далеко вверх даже в условиях горного рельефа. Широкое развитие получают конусы выноса как в устьях притоков этих рек, так и на выходе их из гор на равнину, где они образуют обширные наземные дельты (крупные реки) или формируют наклонные поверхности слившихся конусов выносов (небольшие реки).

По периферии горного обрамления равнины и низкогорных массивов внутри впадины формируются обширные шлейфы склоновых отложений. Склоны развиваются в условиях повышающегося базиса денудации (Махинов, 1985). Накопление отложений у их подножий способствует педиментации. Таким образом, в процессе достаточно длительного развития территории в условиях накопления отложений формируется полигенетическая аккумулятивная равнина сложного строения, рельеф которой представлен как аккумулятивными (пойма, озерные котловины, шлейфы конусы выносов и др.), так и денудационно-эрозионными (педименты, бечевники, формами, в динамике которых проявляются специфические черты, обусловленные аллювиальной аккумуляцией в долине главной реки).

ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БАССЕЙНЕ НИЖНЕГО АМУРА

Современная аккумуляция в долине Амура оказывает существенное влияние на динамику различных компонентов природной среды - эволюцию почвы, растительности, животного мира. Так, например, при столь интенсивном накоплении наносов нормальный почвенный профиль не успевает сформироваться, что приводит к образованию мощных (до 10 м) почвоподобных толщ, называемых педолитами. Повышение базиса эрозии обуславливает обводнение и, соответственно, заболачивание обширной территории, прилегающей к пойме Амура (Прозоров, 1985).

Наибольшее влияние на гидрологический режим Амура оказало строительство ГЭС на его притоках. В результате эксплуатации Зейского водохранилища изменился уровеньный режим р.Амур на всем его протяжении от устья р.Зен до впадения в Амурский лиман. В нижнем течении (с.Богородское) расходы воды в зимний период

возросли более чем в 2 раза, а среднемесячные расходы в период прохождения летне-осенних паводков уменьшились на 6,1-6,5% (Козловский, 1980). Если изменение зимнего стока реки не сказывается на динамике пойменных массивов, то снижение уровней воды и сокращение продолжительности затопления поймы в летний период привело к ее общему снижению активности эрозионно-аккумулятивных процессов, изменению состояния пойменных комплексов, переувлажнению земель (Махинов, 1991 б, 1991 в)

Добыча песка и гравия из русловых карьеров ведется более 40 лет. В настоящее время в русле и на пойме реки выявлено несколько десятков месторождений, около половины которых разрабатываются. Годовой объем добычи достигает 18 млн.тонн (1992 год). Наиболее крупные месторождения (Троицкое, Усть-Гурское, Комсомольское) эксплуатируются десятки лет. На каждом из них ежегодно добывается от 2 до 4 млн.тонн.

Перевод добычи песка и гравия из русла на пойму может привести к еще более нежелательным и значительным последствиям для водных и береговых экосистем реки, а также окажет отрицательное влияние на условия нереста и нагула фитофильных видов рыб и возобновления растительного покрова поймы, что понизит их ценность как пастбищных и сенокосных угодий.

В долине Нижнего Амура русло реки подвергается сильному антропогенному воздействию вблизи городов Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре. Анализ русловых карт, составленных в разное время за период 1946-1992 гг., а также непосредственное натурное обследование участка русла р.Амур у г.Хабаровска позволили оценить степень преобразования русловых процессов в окрестностях города и выявить тенденции их развития на ближайшее время. Увеличение кривизны основного русла Амура у города вследствие размыва берегов в верхнем крыле излучины обусловило активизацию спрямляющих рукавов - вначале протоки Бешенной, затем - Пемзенской. Этот процесс резко усилился в 70-х годах в связи с возведением польдера на острове Уссурийский. В настоящее время по этим двум рукавам во время паводков проходит более половины стока воды, хотя в начале 50-х годов расход воды в них составлял около 4%.

Основное русло Амура постепенно отмирает, что сопровождается интенсивным формированием крупных аккумулятивных тел. Большие острова в русле реки сформировались на участке между истоком протоки Пемзенской и устьем протоки Амурской. Уменьшение средних глубин на этом участке за период с 1972 по 1992 г. достигло 1,5-2,0 м. Остановить нежелательные явления возможно при инженерном вмешательстве в ход русловых процессов

Одним из наиболее удобных для нерестилищ участков в бассейне Амура являются отрезки нижних течений крупных рек, характеризующихся дроблением русла на рукава в пределах влияния регрессивной аккумуляции, распространяющейся по

ним от Амура. Устойчивость и размеры нерестилиц в значительной степени зависят от воздействия антропогенных факторов, оказывающих влияние на заиление русел, изменение стока воды и руслового режима. Оценка современного состояния нерестилиц проводилась в нижнем течении р.Гур. Эта река является одной из наиболее важных нерестовых водотоков Нижнего Приамурья. Здесь на небольших нерестилицах в русле реки площадью менее одного гектара обитают до 1-2 тысяч особей. Нерестилица приурочены в основном к относительно устойчивым хорошо разработанным рукавам, существующим в течение нескольких десятков и сотен лет, а также к мелководным участкам основного русла вблизи приверхов обширных слабо подвижных побочней.

Первоочередными мероприятиями для улучшения современного состояния нерестилиц в нижнем течении р.Гур должны быть: 1) полное прекращение разработок россыпных месторождений золота в бассейне реки; 2) ограничение объема лесозаготовок; 3) создание эффективной службы противопожарной безопасности; 4) создание службы мониторинга за динамикой современного руслового режима. Таким образом, указанные мероприятия будут способствовать сохранению условий естественного режима русловых реформирований в нижнем течении р.Гур. Оно является наиболее оптимальным, так как позволяет в течение длительного времени сохранять активность второстепенных рукавов реки, к которым приурочено подавляющее большинство нерестилиц.

К настоящему времени в долине Нижнего Амура и на его притоках выявлено несколько десятков поселений эпохи неолита, а также многочисленные археологические памятники железного века, времени расцвета древних государств Бохай и Золотая империя чжурчженей (История..., 1989). Однако до сих пор не обнаружены стоянки эпохи палеолита, хотя на верхнем Амуре и Зее верхнепалеолитические памятники представлены достаточно широко (История..., 1989). Отсутствие стоянок данного периода объясняется особенностями формирования долин в конце четвертичного времени (Петров, Круглов, 1993; Махинов, 1994 г), неблагоприятными их сохранности.

В завершающей стадии позднечетвертичной аккумуляции, охватывавшей период 18-12 тысяч лет назад поселения могли возникать на коренных мысах, выступавших в долине Амура и по берегам крупных припойменных озер на высотах 20-30 м над современным урезом озер и рек (Махинов, 1994 г). Появившиеся в последнее время данные по стоянке Голый мыс-4 на юго-восточном побережье озера Удыль на высоте 15-30 м, относимой к верхнему палеолиту (Шевкомуд, 1994), находятся в хорошем согласии с изложенными выше выводами.

37
ВЫВОДЫ

Основные результаты данной работы заключаются в следующем.

1. Впервые для бассейна Амура установлено наличие двух геоморфологических зон, резко отличающихся строением и историей формирования рельефа - Верхнеамурской, характеризующейся глубоковрезанными террасированными долинами с преобладанием эрозионного вреза на последних этапах развития, и Нижнеамурской - с широкими слабоврезанными долинами, имеющими длинные пологие склоны без террас, сформировавшихся преимущественно в условиях устойчивой аккумуляции. Граница между этими зонами проходит по восточному склону Малого Хингана.

2. Выявлена область распространения современной направленной аккумуляции в бассейне Амура. Она охватывает долину Амура от впадения р.Сунгари до устья (за исключением небольшого участка длиной около 30 км) в Комсомольско-Хиселевском сужении общей протяженностью более 1200 км, отрезок долины Среднего Амура перед Малым Хинганом, а также низовья крупных притоков Амура (Усеури, Гур, Анхой, Амгунь и некоторые другие реки). Получена количественная характеристика интенсивности направленной (фоновой) аккумуляции, оцениваемая величиной 0,56-1,20 мм/год.

3. Существенно уточнена история формирования рельефа Нижнего Приамурья в конце четвертичного времени. К концу позднечетвертичного времени была сформирована обширная по площади аккумулятивная равнина, широкими "языками" проникавшая в ее горное обрамление. Уровень аккумуляции был наивысшим за всю историю формирования рельефа территории. В самом конце позднечетвертичного времени произошло повсеместное углубление долин, после которого с середины голоцена возобновилась продолжающаяся до настоящего времени направленная аккумуляция.

4. Явление направленной аккумуляции в долинах рек оказывает существенное влияние на формирование различных элементов рельефа речных долин, выражающееся в особенностях их строения, интенсивности и направленности динамики. В частности, в формировании пойм проявляется состояние динамического равновесия, приустьевые озера испытывают трансгрессию, возникают благоприятные условия для седиментации, образования наложенной поймы, осуществления речных перехватов и прочее. Особенности динамики современного рельефа обуславливают развитие специфических природных комплексов, испытывающих разнонаправленные изменения даже в пределах единого пойменного массива.

5. Предложена концепция алевально-аккумулятивной о морфогенеза в условиях эпейрогенического тектонического опускания территории, позволяющая с разных позиций объяснить закономерности строения и особенности современного рельефообразования в речных долинах при направленной аккумуляции наносов. В

бассейне Нижнего Амура выделенные виды морфолитогенеза (русловой, пойменной формирования бечевников, педиментов, русловой, эоловой и др.) образуют специфический геоморфологический комплекс, объединенный зависимостью от русловой пойменной аккумуляции наносов, их интенсивности и продолжительности. Поэтому формы долинного рельефа развиваются в условиях повышающихся базисов эрозии денудации, что в целом ведет к усложнению строения форм рельефа.

6. Выявлены основные признаки строения рельефа и особенности современных экзогенных процессов, указывающие на направленную аккумуляцию в долины рек. К ним относятся прежде всего приустьевые озера, одноуровенность поймы, уменьшение твердого стока рек в направлении течения реки, наличие наложенно поймы, устойчивый водный режим поймы и другие.

7. В условиях все более интенсивного хозяйственного освоения природных ресурсов долин Амура и его крупных притоков, усиление которого следует ожидать и в будущем, отчетливо проявляется антропогенное воздействие на гидрологический режим рек и рельефообразующие процессы в русле и на пойме. Проведенные исследования на различных участках долины нижнего течения р.Амур позволили установить, что изменения стока воды в результате зарегулирования рек в условиях постоянного повышения базиса эрозии приводят к ряду геоморфологических эффектов. Среди них наиболее существенные, отрицательно влияющие на практическую деятельность на берегах и в руслах рек, связаны с усилением аккумулятивных процессов особенно на участках впадения притоков, активизацией горизонтальных деформаций перераспределением стока во второстепенные рукава реки (окрестности г.Хабаровска), ухудшением условий для нереста (рек Гур, Анюй и другие). Выявленные закономерности развития рельефа долин позволяют предвидеть нежелательные последствия и разработать наиболее эффективные мероприятия по их устранению.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Особенности формирования террасовых уровней р.Худжах (бассейн Индигирки) в пределах Верхне-Худжахской впадины.// Прикладная геоморфология. М. Моск. фил. Геогр. о-ва СССР, 1976, с.41-43 (соавтор - В.А.Соловьев).

2. Особенности строения и формирования долин малых водотоков бассейна р.Хора (хребет Сихотэ-Алинь).// Вопросы географии Дальнего Востока, сб.18. Хабаровск: Приам. фил. Геогр. о-ва СССР, 1977, с.62-69.

3. Особенности процессов выветривания на склонах в условиях юга Дальнего Востока.// Строение склонов и вопросы математического моделирования развития рельефа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982 а, с.29-37.

4. Строение рыхлых отложений выпукло-вогнутых склонов низкогорных рай

онов юга Дальнего Востока // Структура склонов и вопросы математического моделирования развития рельефа. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982 б, с.19-28.

5. Новые данные о распространении следов четвертичного оледенения на Сихотэ-Алине. // Известия Всес. Геогр. о-ва, 1983, т.115, вып.2, с.154-159 (соавтор - В.И.Говванский)

6. Склоновые отложения горных массивов Средне-Амурской низменности и особенности их динамики // Инженерно-геологические и мерзлотные исследования Дальнего Востока. Хабаровск: Хаб. политехн. ин-т, 1983, с.15-21.

7. Математическая модель формирования поймы и некоторые вопросы мелиорации земель пойменных островов р.Амур // Всес. научн. конф. "Исследование русловых процессов для практики народного хозяйства". М.: Изд-во МГУ, 1983, с.133-134 (соавторы - А.В.Поздняков, А.В.Ушаков).

8. Особенности русловых процессов р.Амур в пределах Среднеамурской низменности // Вторая Всес. конф. "Динамика и термика рек, водохранилищ и эстуариев" (тез.докл.). Т.2. М.: ИВПАИ СССР, 1984, с.11-12.

9. Влияние неоднородности литологического состава пород на развитие рельефа // Геоморфология, 1984, N1, с.79-85 (соавтор - З.Б.Ройхваргер).

10. Структура почвенного покрова и ее устойчивость в пойме р.Амур. // Почвы речных долин и дельт, их рациональное использование и охрана (тез. докл.) М.: Изд-во МГУ, 1984, с.33 (соавторы - А.Ф.Махинова, Ю.Н.Сохина, В.И.Росликова).

11. Формирование склонов со сменяющимися базисами денудации. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985, 124 с.

12. Структура долинных педиментов горных районов юга Дальнего Востока // Геоморфология, 1986 а, N1, с.78-83.

13. Количественная оценка интенсивности процессов выветривания горных пород на склонах // Инженерная геология, 1986 б, с.86-91.

14. Особенности формирования прирусловых валов в пойме р.Амур // Изв. ЗГО, т.118, вып.6, 1986 в, с.529-534.

15. Особенности современных эрозионно-аккумулятивных процессов в пойме нижнего течения р.Амур // Известия АН СССР, геогр., 1986, с.73-77 (соавтор - Г.А.Кандировский).

16. Механизм формирования подвижных островов в руслах рек (на примере Амура) // География и природные ресурсы, 1986, N4, с.25-30 (соавторы - А.В.Поздняков, А.В.Ушаков).

17. Модель формирования островной поймы и динамика сменяющихся островов в русле р.Амур // Методы построения и анализа моделей сложных природных систем. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987, с.11-17 (соавторы - А.В.Поздняков, А.В.Ушаков).

18. Особенности формирования поймы в нижнем течении р.Амур.// Законсервированности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях (тез. докл.). М.: Изд-во МГУ, 1987, с.301-302.

19. Условия формирования и характеристика стока взвешенных наносов р.юга Дальнего Востока. // Формирование вод суши юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988 а, с.34-47. 20. Особенности динамики пойменных массивов нижнего течения р.Амур.// Экзогенные процессы и окружающая среда (тез. докл. Казань: КГУ, 1988 б, с.95.

21. Режим наводнений в пойме нижнего течения р.Амур.// Тез. докл. 3-й научн. конф. по проблемам водн. рес. ДВЭР и Забайкалья. Владивосток, 1988, с.99-100 (соавторы - В.И.Ким, В.Н.Дедкова).

22. Перспективы сельскохозяйственного использования поймы р.Амур.// Социальная экология и здоровье человека на Дальнем Востоке (тез. докл.). Хабаровск: Приам. фил. Геогр. о-ва СССР, 1988, с.67-68 (соавторы - А.Ф.Махинов; М.Х.Ахтямов).

23. Влияние аккумуляции наносов на динамику русловых процессов и формирование поймы.// Третья Всес. конф. Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей. Тез. докл., т.1, М.: ИВП АН СССР, 1989 а, с.112-113.

24. Морфоструктурные условия формирования речных долин юго-западного побережья Охотского моря.// Геоморфологическое строение и развитие зон переходов от континентов к океанам. Тез. докл. Всес. совещ.- XX Пленума Геоморфол. коми АН СССР. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989 б, с.59-60.

25. Происхождение и динамика приустьевых озер в долине нижнего течения р.Амур. // Тез. докл. VIII Всес. симпоз. по истории озер. Минск, 1989 в, с.230-231.

26. Русловые процессы и динамика пойменных массивов р.Амур.// Советско-китайский симпозиум. Геология и экология бассейна Амура. Тез. докл. Часть III (I Благовещенск: АмурКНИИ ДВО АН СССР, 1989 г, с.8-9.

27. История формирования долины нижнего течения р.Амур в четвертичное время и особенности современной динамики эрозионно-аккумулятивных процессов в ее пределах.// Вторые чтения имени Г.И.Невельского. Сб.4. Хабаровск: Приам. фил. Геогр. о-ва, 1990 а, с.7-10.

28. Рельеф.// Водные ресурсы Хабаровского края. Хабаровск: ДВО АН СССР 1990 б, с.9-14.

29. Русловые процессы и формирование поймы в условиях устойчивой аккумуляции наносов в долине реки.// Геоморфология. 1990 в, N3, с.75-84.

30. Влияние добычи нерудных материалов в русле и пойме р.Амур на состояние водных экосистем.// Тез. докл. Вторых чтений им. Г.И.Невельского. Сб.4. Хабаровск: Приам. фил. Геогр. о-ва СССР, 1990, с.13-15 (соавторы - В.И.Ким)

С.В.Белоцкий, А.П.Неудачин, С.Е.Сиротский, В.П.Шестеркин).

31. Карта "Рельеф и затопление поймы" М 1:300 000. // Хабаровск и его окрестности. Хабаровск: ИВЭП ДВО АН СССР, 1990 (соавтор - В.И.Ким).

32. Прохождение паводочной волны и водный режим в нижнем течении р.Амур // Мат-лы научной конференции по проблемам водных ресурсов Дальневосточного экономического района и Забайкалья. С-Петербург: Гидрометеониздат, 1991, с.513-519 (соавтор - В.П.Ким).

33. О возрасте рельефа аккумулятивных равнин Нижнего Приамурья.// Возраст и время рельефа (тез.докл. Иркутск. геоморф. семинара). Иркутск, 1991 г., с.131-133.

34. Некоторые эколого-географические аспекты освоения поймы Амура.// Всес. науч. конф. "Проблемы организации территории регионов нового освоения." 4.2. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1991 б., с. 11-15.

35. Современные русловые процессы в нижнем бьефе Зейской ГЭС.// Мат-лы научн. конф. по проблемам водных ресурсов Дальневосточного экономического района и Забайкалья. СПб.: Гидрометеониздат, 1991 в., с.595-599.

36. Ледовый морфолитогенез в устьях рек юго-западного побережья Охотского моря и динамика их дельт в конце четвертичного периода.// Проблемы палеоэкологии и эволюции экосистем морей Арктики в верхнем кайнозое. Тез. докл. 4-й Всес. конф. Апатиты: Кольский научн. центр АН СССР, 1991, с.46-48 (соавтор - А.В.Иванов)

37. Эрозионные процессы на Среднеамурской низменности.// Эрозиеведение. теория, эксперимент, практика (тез. докл. Всес. научн. конф.). М.: Изд-во МГУ, 1991 г., с.101-102.

38. Проблемы экологии и рационального использования природных ресурсов бассейна Амура. // Тезисы к предстоящей Междунар. конф. "Геоэкология и природные ресурсы бассейна Верхнего Амура: проблемы изучения и освоения". Чита: ЧИИР СО АН СССР, 1991, с.7-9 (соавторы - В.В.Воробьев, П.И.Дружинин, В.Г.Монсенко, А.В.Поздняков, Лю Сингу, Ван Чичао, Чу Шапэнь)

39. Экологические аспекты разработки месторождений песка и гравия в русле р.Амур. // Тез. докл. Всес. совещ. "Проблемы рационального освоения минеральных ресурсов" Хабаровск: ИГС ДВО РАН, 1991, с.191-192 (соавторы - В.И.Ким, А.П.Степанов)

40. The history of Amur valley at the end of Quaternary period.- Abstracts INQUA XIII International Congress, August 2-9, 1991, Beijing, China, 1991, p.228.

41. Динамика льда и ледовый морфолитогенез в прибрежной зоне Тугурского залива (Охотское море).// Проблемы кайнозойской палеоэкологии и палеогеографии морей Северного Ледовитого океана. М.: 1992, с.67-79 (соавторы - А.В.Иванов,

Н.М.Шестеркина).

42. Приустьевые озера притоков р.Амур.// Изв. Рус. Геогр. о-ва, 1992 а, т.124 вып.3, с.276-282.

43. Современные экзогенные процессы на побережье Японского моря в пределах Восточного Сихотэ-Алиня.// Геоморфология зон перехода от континентов к океанам. М.: Наука, 1992 б, с.75-77.

44. Водный режим пойменных массивов Нижнего Амура.// Вестник ДВО РАН 1993, №6, с.31-38 (соавтор - В.И.Ким).

45. Крупный оползень в долине р.Зеи.// География и природные ресурсы, 1993 №1, с.175-177 (соавторы - А.В.Поздняков, М.Н.Гусев, Ю.В.Помигуев).

46. On a role of sea Ice in morpholitogenesis of Okhotsk Sea coasts. // The eighth international symposium of Okhotsk Sea and Sea Ice. Mombetsu. Hokkaido, Japan, 1993 p.452-462 (соавтор - А.В.Иванов).

47. Влияние направленной аккумуляции в долине Амура на динамику русловых процессов.// Четв. конф. "Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей." Тез. докл., т.2. М.: ИВП РАН, 1994 а, с.120-121.

48. О роли льда в формировании устьевых участков рек в условиях высокой приливов юго-западного побережья Охотского моря.// Четв. конф. "Динамика и термика рек, водохранилищ, внутренних и окраинных морей." Тез. докл., т.2. М.: ИВП РАН, 1994 б, с.120-121.

49. Оценка новейших тектонических движений в Нижнем Приамурье на основе анализа строения и динамики пойм крупных рек.// Всероссийск. совещ. по изуч четверт. периода. Тез. докл. М.: ГИН РАН, 1994 в, с.160.

50. Формирование долины Амура в конце четвертичного периода и условия сохранности археологических объектов. Мат-лы историко-краеведческой конференции, посвященной 100-летию Хабаровского краеведческого музея. Хабаровск: Хабаровск. Гос. ин-т, 1994 г, с.22-23.

51. Направленная аккумуляция наносов и морфология русла Нижнего Амура.// Геоморфология, 1994, №4, с.70-78 (соавторы - Р.С.Чалов, А.В.Чернов).

52. Analysis of channel processes of Accumulating River.// International Symposium "East-West, North-South Encounter of the State-of-the-art in River Engineering Methods and Design Philosophies". St. Petersburg, 1994.

53. Пойма нижнего течения Амура и ее преобразование при изменении водного режима реки. // Водные ресурсы, т. 22, №5, 1995, с. 528-534.

А.М.Михайлов