© М.Н. ГУСЕВ, Ю.В. ПОМИГУЕВ
*gusevm@list.ru, pmgv@bk.ru*

**УДК 551.435.1 (282.257.5)**

# *О ХАРАКТЕРЕ И НАПРАВЛЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ Р. АМУР В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ (УСТЬЕ Р. ЗЕЯ — ХИНГАНСКОЕ УЩЕЛЬЕ)**

*АННОТАЦИЯ. Река Амур — крупнейший водоток Северо-Востока Евразии. По фарватеру реки проходит государственная граница между Россией и Китаем. Однако деятельность реки изучена закономерно неполно. Очень важно знать особенности формирования наиболее молодой части речной долины — геоморфосистемы «днища речной долины» (ДРД) и наиболее динамичного его элемента русла.*

*Статья посвящена изучению вертикальных русловых деформаций р. Амур в голоцене на участке ее среднего течения, от устья р. Зея до Хинганского ущелья, протяженностью 410 км. При этом основное внимание уделено изучению условий формирования речной долины, литологическому строению ДРД, морфологическим и морфометрическим параметрам продольного профиля водотока. Установлено, что формирование долины р. Амур (от устья р. Зея до Хинганского Ущелья) осуществляется в чрезвычайно неоднородных геолого-структурных и крайне изменчивых геодинамических условиях. Они в главном определяют особенности строения и динамику ДРД и его русла.*

*На основе анализа продольного профиля водотока, его сопоставления с расчетным «выработанным» профилем, а также анализа данных о литологическом строении ДРД (составе, мощности аллювиальной толще, распространении пойменной и русловой фаций аллювия) установлено, что вертикальные деформации р. Амур в голоцене носят направленный характер. Водоток врезается в подстилающие породы со средней скоростью 0,9-1,1 мм/год. Максимальная интенсивность врезания свойственна реке на участке Хинганского ущелья, величина которой сопоставима (около 2 мм/год) со скоростью поднятия горного сооружения.*

*SUMMARY. The Amur River is the largest water-stream in the North East Eurasia. The state border between Russia and China runs along its channel. But the river activity has been studied incompletely. It is very important to understand the formation peculiarities of the youngest part of the river valley — geomorphological system "River Valley Bottom" (RVB) as well as its channel as the most dynamic element. The paper is aimed at the study of the vertical channel deformations of the Amur River in the Holocene at the section of its middle reaches from the Zeya River to Khingan Gorge extending for 410 km. The main attention is paid to the study of conditions of the river valley formation, lithology structure of RVB, morphological and morphometric parameters of the of the water-stream longitudinal profile. It is established that the Amur River (from the Zeya River mouth to Khingan Gorge) is being formed under extremely uneven geological and structural and also very changeable geodynamic conditions. These conditions mainly determine the features of the structure and dynamics of the RVB and its channel.*

* *Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 11-05-00372-а).*

*Basing on the analysis of the water-stream longitudinal profile and its comparison with the calculated "graded longitudinal profile" as well as on the analysis of the BRV lithological structure data (composition, thickness alluvium, distribution of flood-plain and channel alluvial facies) it is established that the vertical deformations of the Amur River in the Holocene are of directional character. The water-stream incises into the underlying rocks with the mean velocity of 0.9-1.1 mm per year. Maximum incises intensity is characteristic of the river at the section of Khingan Gorge and its magnitude is comparable (about 2 mm per year) with the velocity of Khingan Range elevation.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Река Амур, днище речной долины, русло, вертикальные русловые деформации, продольный профиль, аллювий.*

*KEY WORDS. Amur River, river valley bottom, channel, vertical channel deformation, longitudinal profile, alluvium.*

Река Амур — одна из основных составляющих природы Дальнего Востока, оказывающая огромное влияние на развитие как природных, так и социальных процессов в регионе. Ее деятельность в главном определяет пространственное положение фарватера, а с ним — и государственной границы между Россией и Китаем. До недавнего времени не проводилось длительных целенаправленных исследований развития днища речной долины, его наиболее динамичного элемента — русла в пределах среднего течения, отличающегося повышенной динамичностью. Сведения об исследуемом участке р. Амур содержатся в 4-х статьях [1–4]. При всей их значимости, информация о динамике реки на данном участке крайне скудна, получена, главным образом, на основе анализа данных гидрологических постов и фондовых материалов, что не может дать целостных представлений о своеобразии и характере днище- и руслоформирования здесь. Некоторые положения опубликованных статей не во всем согласуются с фактическими данными, полученными нами в ходе геоморфологических исследований (преимущественно полевых, продолжающихся с 1987 г.) днища долины р. Амур, в т.ч. его русла. Совокупность этих обстоятельств определила необходимость публикации результатов нашего изучения деятельности реки. Ее основу составили материалы многолетних полевых исследований строения и динамики днища речной долины, а также результаты обобщения и анализа литературных и фондовых первоисточников, посвященных данной проблеме. Сбор, обработка, анализ и обобщение фактического материала произведены с использованием комплекса традиционных методов исследований флювиального рельефа и деятельности водотоков.

***Цель работы***: на основе анализа данных особенностей строения и динамики геоморфосистемы «Днище речной долины» (ДРД), ее основных элементов (в т.ч., продольного профиля водотока) охарактеризовать вертикальные деформации русла р. Амур за голоцен на участке от устья р. Зея до Хинганского ущелья.

**Условия формирования и строения днища речной долины.** В геолого-структурном отношении рассматриваемый участок р. Амур, протяженностью 410 км, наследует южную окраину Зейско-Буреинской (Нижнезейской) впадины вдоль границы ее с горными сооружениями Малого Хингана (рис. 1). На протяжении всей истории формирования речной долины, начало которой совпадает с наступлением этапа действующей тектонической активизации (Q1) [5], рассматриваемая территория испытывает дифференцированные движения преимущественно положительного знака, особенно активные — с конца среднечетвертич-

ного времени (Q23) до наших дней [6]. В результате фундамент впадины, составленный из блоков различных размеров, приобрел «клавишное» строение в виде отдельных прогибов и поднятий (рис. 1). Амур отсекает их от горных сооружений правого берега.

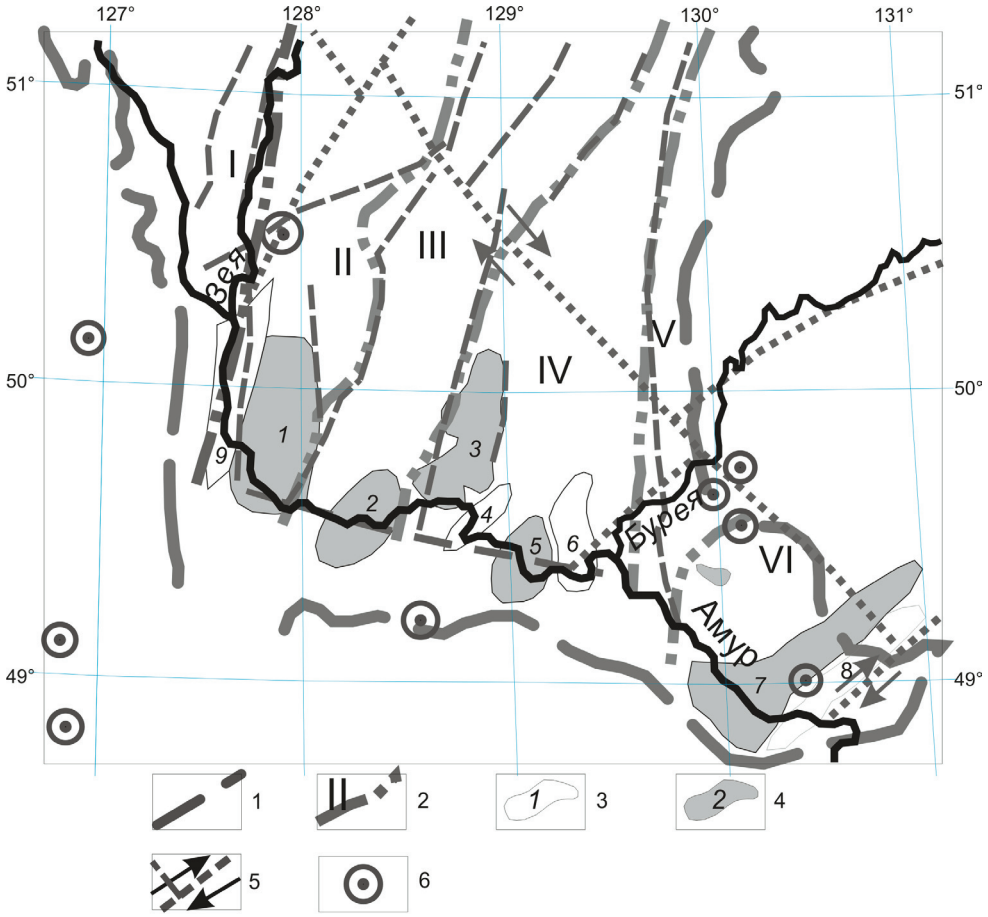


Рис. 1. Геолого-структурная схема Нижнезейской (Зейско-Буреинской) впадины (по материалам Э.Н. Лишневского (1968), А.П. Сорокина и В.Д. Глотова (1997), М.И. Копылова (2001)

1 — граница (2-го порядка) Нижнезейской впадины; 2 — границы структур 3-го порядка: отрицательные (I — Приамурская, II — Зейско-Селемджинская, IV — Екатеринославская, VI — Архаринская), положительные (III — Завитинско-Майкурская, V — Притуранская); структуры 4-го порядка: 3 — прогибы (1 — Лермонтовский, 2 — Новопетровский, 3 — Михайловско-Поярковский, 5 — Куприяновский, 7 — Южно-Архаринский), 4 — поднятия (4 — Воскресеновское, 6 — Калининское, 8 — Предхинганское, 9 — Лермонтовское); 5 — основные разломы фундамента; 6 — эпицентры землетрясений

Сравнительно высокая тектоническая активность территории в сочетании с другими природными условиями во многом определяет характер и направленность русловых деформаций (прежде всего, вертикальных), что находит отражение в особенностях строения речной долины. Современное ложе р. Амур выработано преимущественно в озерно-аллювиальных отложениях (обычно, глины) цагаянской свиты (K2cg), реже — в осадочных (песчаники, аргиллиты) или вулканических (андезиты, дациты) породах нижнего мела (K1) [10]. Местами водоток прорезает их, формируя ложе на породах фундамента — гранитах верхнего палеозоя (PZ3) [10]. В ходе формирования долины водоток сформировал асимметричную долину с комплексом (из 2-3) надпойменных террас вдоль левобережья [11]. Наличие в их уступах коренного цоколя и небольшая мощность (до 10-20 м) слагающего террасы аллювия (преимущественно галечного) указывает на то, что они сформированы потоком при направленном врезании в подстилающие породы.

О характере вертикальных русловых деформаций реки в голоцене красноречиво свидетельствуют данные литологического строения ДРД. Общая мощность аллювия в пределах поймы изменяется от 9-16 м до 20-24 м (чаще в тыловой части), а в пределах русла не превышает 8-9 м, зачастую — не более 4-5 м. Учитывая, что глубины в Амуре достигают 12-14 м (при паводках до 20 м), максимальные относительные высоты поймы — 8-10 м и нормальная мощность аллювия (по методике Е.В. Шанцера [12]) составляет 20-24 м, получаем, что мощности современного аллювия в пределах ДРД, как правило, меньше, реже — равны нормальной мощности. Исключение составляют данные отдельных скважин, пробуренные на левобережной пойме на участке от устья р. Архара до устья р. Ганукан, где мощности аллювия возрастают до 26-30 м (рис. 2). Следовательно, динамическое состояние ДРД характеризуется как инстративное, хотя и близкое к равновесному (в понимании В.В. Ламакина [13]), достигаемое при медленном врезании водотока. О преобладающем врезании свидетельствуют и результаты изучения свойств современного аллювия, характеризующегося сравнительно грубым составом, аналогичным аллювию надпойменных террас. Многочисленные шурфы и расчистки в пределах поймы вскрывают контакт пойменной и русловой фаций аллювия на уровнях выше современного уреза воды на величину от 0,5-2,0 м до 7,0-8,0 м в зависимости от пространственного положения в пределах днища долины. Часто кровля русловой фации аллювия имеет явный наклон от тыловой части поймы к руслу. Повсеместно она вскрывается и в береговых уступах р. Амур (до 2,5-4,5 м над урезом воды) и островов (Крестьянский, Телюшинские, Урильский, Песчаный и др.). Данные факты свидетельствуют: формирование ДРД в унаследованном режиме, т.е. в условиях преимущественного врезания водотока в подстилающие породы.

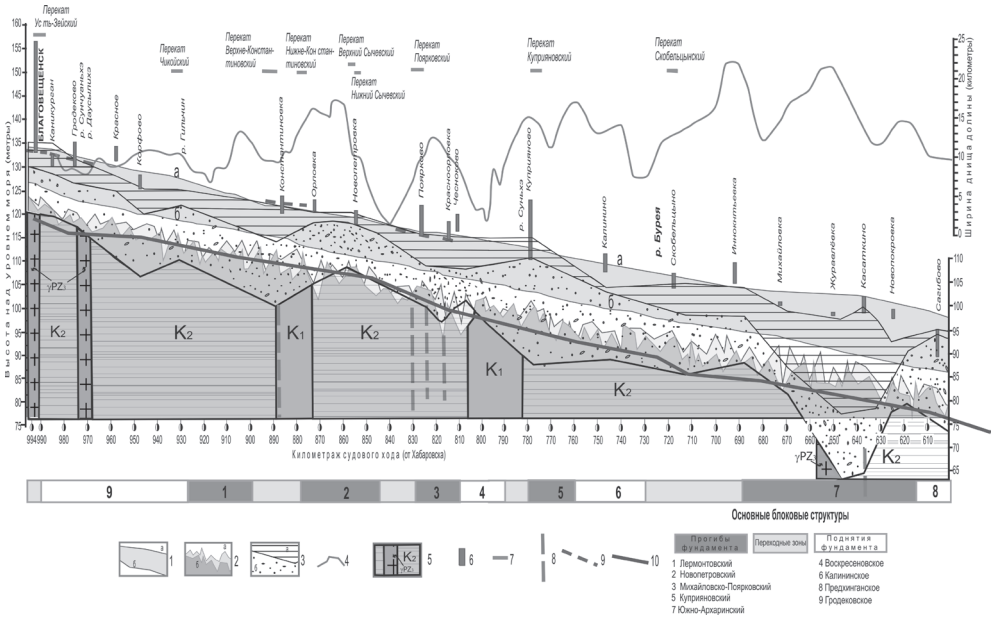


Рис. 2. Изменение уклонов в разные фазы водного режима (1: а — в паводок 1928 г., б — в межень 1980 г.), поверхности дна русла (2: а — 1957 г., б — 1980 г.) и мощности пойменного аллювия (3: а — пойменной фации, б — русловой фации), ширины днища долины (4), пород скального основания (5); гипсометрическое положение населенных пунктов (6) в привязке к продольным профилям (верхняя граница значков — максимальная абсолютная высота, нижняя граница значков — минимальная абсолютная высота), крупных перекатов (7), дизъюнктивных нарушений (8); высотное положение уровня паводка 1984 г. (9); расчетный продольный (выработанный) профиль р. Амур на участке от устья р. Зея до Хинганского ущелья (10)

Исходя из максимальной высоты (7-8 м) положения кровли русловой фации аллювия над современным урезом воды в Амуре и с учетом возраста высокой поймы — 7500 лет [14], максимальная интенсивность врезания Амура на рассматриваемом его участке составляет 0,9-1,1 мм/год. Вместе с тем, врезание вдоль реки носит неравномерный характер. Например, с учетом нивелировочных работ гипсометрического положения кровли русловой фации аллювия в пределах пойменного массива на участке между н/п Калинино — Куприяново, установлено, что интенсивность врезания на данном участке в среднем составляет 0,83 мм/год. Эти величина сопоставима с данными скорости врезания рек Амуро-Зейской равнины (р. Деп) в четвертичное время — 0,58 мм/год [14].

**Продольный профиль реки и вертикальные русловые деформации.** Другой достоверный источник информации о вертикальных деформациях водотока — его продольный профиль, построенный по результатам геодезических работ (рис. 2). Характер изменений уклонов свободной поверхности водотока отражает потери кинетической энергии по длине [15-17] в силу меняющихся условий развития — как внутренних, так и внешних. Поэтому основу методики наших исследований составил анализ изменений уклонов продольного профиля водотока, который осуществлялся сопряженно с анализом распределения вдоль

реки среднего диаметра руслообразующего аллювия, мощности аллювиальных образований днища долины в зависимости от геолого-структурных условий. При этом учитывались также различные признаки деформаций русла, проявляющихся в строении элементов днища долины и своеобразии процессов их формирования, которые получены в ходе полевых исследований 1987-2012 годов.

Водность Амура закономерно увеличивается по реке от 3486 м$^3$/с (с. Гродеково) до 4500 м$^3$/с (с. Иннокентьевка) и до 4893 м$^3$/с (с. Помпеевка) [18]. В соответствии с этим растет и ее транспортирующая способность. Это подтверждают данные натурных наблюдений 1959-1961 гг. [19] и 1987-1989 гг. [18] за стоком наносов в пределах Верхнего и Среднего Амура.

Известно [15-17], что у водотоков, деятельность которых определяется, главным образом, их внутренними свойствами, прежде всего, водностью, в условиях закономерного нарастания водности продольный профиль приобретает форму вогнутой кривой с направленным уменьшением уклонов вдоль реки. Подобная форма типична для продольных профилей не только рек в целом, но и их фрагментов значительной протяженности, если сохраняются относительно неизменными внешние условия руслоформирования (литологические, тектонические, начально геоморфологические, климатические).

Для р. Амур на рассматриваемом участке, несмотря на существенное приращение (на 30%) водности, закономерного уменьшения уклонов вдоль реки не отмечается. Они мало меняются по величине (в среднем 0.00009-0.00012), оставаясь практически постоянными (за исключением локальных отрезков русла) (рис. 2). Более того, в паводки уклоны водотока перед Хинганским ущельем возрастают почти в 2 раза (до 0.00017), что создает на данном отрезке продольного профиля свободной поверхности выпуклый перегиб (рис. 2). Отсутствие обычных соответствий изменений водности потока и формы его продольного профиля свидетельствуют о том, что на формирование русла в пределах рассматриваемого участка оказывают не столько внутренние свойства потока (прежде всего, его водность), сколько внешние условия руслоформирования. Какие из внешних условий оказывают определяющее влияние на руслоформирование р. Амур в пределах рассматриваемого участка? Как проявляется их действие на вертикальные деформации такого мощного водотока, как р. Амур?

Отмеченные особенности формы продольного профиля р. Амур указывают на то, что, по мере приближения к горному хребту Мал. Хинган, река «вынуждена» часть своей энергии затрачивать на совершение дополнительной работы, которая не совершается ей на других участках, расположенных выше по реке. Дополнительная затрата энергии вызывается стремлением водотока выровнять свою транспортирующую способность по длине в соответствии с меняющимися внешними условиями. Для выполнения дополнительной работы водотоку необходимо соответствующее изменение параметров, которое компенсировало бы потерю энергии на преодоление сопротивления движению потока со стороны изменившихся внешних условий. В соответствии с современными теоретическими представлениями [15-17] наибольшие затраты энергии водотока связаны с сопротивлением течению, которое вызывают выходы в русле устойчивых к эрозии скальных пород, дополнительные поступления в поток грубых обломков, увеличивающих крупность руслообразующего аллювия, а также препятствия в виде воздымающихся геологических структур.

В литологическом отношении современный аллювий р. Амур, чаще всего, подстилается слабосцементированными породами цагаянской свиты (K2cg), что ограничивает взаимодействие водотока непосредственно с породами фундамента. Они перекрыты аллювиальной толщей мощностью в среднем 4-7 м, ограничивающей непосредственное взаимодействие водотока со скальными породами ложа. Поэтому изменения литологии коренного ложа не могут рассматриваться в качестве главной причины, определяющей форму продольного профиля водотока.

Дополнительные источники наносов на участке от устья р. Бурея до Хинганского ущелья — притоки Амура, интенсивно размываемые берега и высокие (выше 35-40 м) уступы скальных пород, опирающиеся на пойму в непосредственной близости от уреза воды в русле. Однако наиболее крупные притоки Амура (Ганукан, Урил, Грязная, Мутная, Уюньхэ, Цзелехэ и др.) — относительно маломощные водотоки, чей порядок не более 5-6, значительно уступают ему в количестве транспортируемых наносов. В главное русло они выносят преимущественно гравийно-песчаный материал, который по сравнению с руслообразующим аллювием Амура отличается более мелким составом. Поэтому поступающий из притоков материал не способен оказывать решающего влияния на руслоформирование и определять форму продольного профиля главного водотока на участке значительной его протяженности. Еще менее обосновано связывать особенности морфологии продольного профиля водотока с «поставками» обломочного материала в русло в ходе размыва речных террас. Интенсивно размываемые берега ограничены в своем распространении, приурочены в основном к верхней части рассматриваемого участка Амура. Поступающий от их размыва материал не способен существенно увеличить крупность руслообразующего аллювия водотока, т.к. размеры его частиц не больше, чем современный русловой аллювий р. Амур. Крупный источник более грубых наносов — уступы скальных пород в основании приводораздельных склонов, сочленяющихся с руслом непосредственно или через узкие (не более первых десятков метров) пойменные массивы. Их роль в поставке укрупненного материала в русло Амура более существенна. Результаты изучения свойств современного руслового аллювия показали: его крупность ниже таких выходов возрастает. Однако в силу локального своего проявления влияние выходов скальных пород ограничивается сравнительно короткими участками (не более 1-2 км): их суммарная протяженность около 2% береговой линии. О слабом влиянии крупности руслообразующего аллювия на форму продольного профиля водотока, как фактора в целом, свидетельствует очень слабая корреляционная связь среднего диаметра аллювия и уклона реки ($|r| < 0.1$). Поэтому поступающий в русло с коренных склонов крупнообломочный материал также не может рассматриваться в качестве основной причины изменения продольного профиля главного водотока.

Следовательно, сток наносов не может рассматриваться в качестве главной причины, определяющей дополнительные траты водотоком своей энергии в пределах нижней половины рассматриваемого участка русла. Поэтому остается признать, что отмеченные изменения в условиях руслоформирования имеют структурно-геологическую природу и обусловлены своеобразием тектонического развития территории.

На эрозионную способность рек, наряду с расходами воды и крупностью наносов, влияет, прежде всего, величина изменения уклона поверхности, по которой они протекают [15-17], зависящая от характера местных геодинамических условий. Очевидно, что в условиях повышенной и определенной по своему характеру геодинамической активности, о чем упоминалось выше, эрозия должна четко проявлять себя и в морфологии продольного профиля, в своеобразии изменения уклонов свободной поверхности водотока.

На рассматриваемом участке Амур последовательно пересекает геологические структуры, испытывающие в настоящее время преимущественно активное воздымание, — Предхинганский и, особенно, — Малохинганский геоблоки [7], [20], [21]. При пересечении их река врезается в породы ложа. На это указывает и небольшая мощность (меньше нормальной) аллювия в пределах днища долины. При этом скорость поднятия геоблоков, скорее всего, несколько больше скорости врезания водотока, что препятствует ему сформировать на участке пересечения этих структур выработанный профиль по форме, приближенной к фрагменту вогнутой кривой (такой профиль может формироваться только при существенно большей скорости врезания, чем скорость тектонического поднятия территории или при равенстве этих значений).

Такое соотношение темпов тектонических поднятий и врезания р. Амур подтверждается данными специализированных структурно-геологических исследований. Результаты повторного нивелирования территории Предхинганского и Малохинганского геоблоков свидетельствуют о том, что земная кора в пределах этих структур испытывает поднятие со скоростью до 2.0-3.6 мм/год [7], [20]. Более того, эта величина поднятия максимальна для структур, пересекаемых рекой на данном участке. Отклонение формы продольного профиля водотока от вогнутой кривой (приближение к прямой или даже к выпуклой кривой) свидетельствует о том, что и скорость современного врезания реки в пределах данных структур следует оценивать величиной, немного меньшей, нежели скорости поднятия (2.0-3.6 мм/год) данных структур, но выше, чем в целом на Среднем Амуре. В противном случае уклоны продольного профиля на этом участке реки были бы или больше (при существенно меньшей скорости врезания потока по сравнению со скоростью поднятия блоков), или меньше (при более быстром, чем скорости поднятия блоков, врезании водотока). Именно благодаря соизмеримости величин поднятия пересекаемых р. Амур структур и врезания водотока в коренные породы воздымающейся структуры, сформирован *антецедентный участок* долины с поперечным профилем в виде ущелья. На преобладающее врезание р. Амур перед Хинганским ущельем указывает и направленное уменьшение ширины днища долины и основных его элементов. Так на участке 633—580 км отмечается сужение не только русла (с 1285—1385 м до 575—750 м), но и днища долины в целом (с 12-14 до 7-8 км). При этом увеличивается и средний размер руслообразующего аллювия с 7.5 мм (635 км) до 18.8 (605 км) и 20.5 мм (583 км), что свидетельствует о росте транспортирующей способности водотока по мере приближения к горному хребту за счет роста уклонов продольного профиля.

Оценить характер вертикальных деформаций позволяет также сравнение искомого продольного профиля водотока с расчетным, соответствующим выработанному профилю (в понимании Н.И. Маккавеева, [15]), который построен

в соответствии с формулой I= k Fn [22], где I — уклон; F — площадь водосбора в створе реки; n — статистический коэффициент, для рассматриваемого участка р. Амур, изменяется от -0,5 до -1. Реальный профиль в целом близок выработанному (рис. 2), его высотные отметки максимальных глубин, как правило, совпадают с отметками расчетного профиля, что свидетельствует о стремлении потока к понижению высотных отметок ложа, т.е. его врезанию.

Выводы

1. Полученные нами данные об условиях формирования днища долины и русла Среднего Амура и особенностях русловых деформаций дополняют результаты и уточняют выводы предшествующих исследований [1-4].

2. Результаты сопряженного анализа продольного профиля водотока и основных факторов руслоформирования, свидетельствуют о том, что на формирование русла р. Амур оказывают влияние не только и не столько внутренние свойства водотока, сколько внешние (по отношению к потоку) условия руслоформирования, среди которых ведущая роль принадлежит изменениям геолого-структурных условий в виде поперечных неотектонических поднятий, в частности — хр. Мал. Хинган. Они в главном определяют и своеобразие русловых деформаций, которые развиваются в режиме преимущественного понижения высотных отметок ложа реки, обусловленного высокой геодинамической активностью территории.

3. Вертикальные деформации р. Амур в голоцене носят направленный характер, обусловленный преобладающим понижением отметок ложа реки со скоростью в среднем 0,9-1,1 мм/год. Максимальная интенсивность врезания свойственна реке на участке Хинганского ущелья, величина которой сопоставима (около 2 мм/год) со скоростью поднятия горного сооружения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антроповский В.И. Морфология и деформации русла Среднего Амура // География и природные ресурсы. 1996. № 3. С. 93-103.

2. Иванов В.В., Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Вертикальные русловые деформации на Среднем Амуре // Вестник МГУ. Сер. География. 2000. № 5. С. 32-37.

3. Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.Н. Размывы берегов на Среднем Амуре // Геоморфология. 2001. № 2. С. 72-81.

4. Иванов В.В., Завадский А.С. Русловые процессы на пограничном участке р. Амур // Вестник МГУ. 2012. № 4. С. 50-56.

5. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1984. 183 с.

6. Жуковский С.Я., Подкаминер О.С. Предварительное инженерно-геологическое районирование долины Среднего Амура в связи с опытом полевых изысканий на Верхнем Амуре // Вопросы инженерной геологии Верхнего Амура. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1962. С. 164-172.

7. Карта современных вертикальных движений по геодезическим данным на территории СССР (СВДЗВК) / Л.А. Кашин. М.: ГУГК, 1989. 4 л.

8. Мирошниченко А.И., Сорокин А.П., Саньков В.А. и др. Космическая геодезия в задачах геодинамики: современные движения в Зейско-Буреинском бассейне // Тихоокеанская геология. 2008. № 1. С. 71-80.

9. Саньков В.А., Лухнев А.В., Мирошниченко А.И. и др. Новые данные о современных тектонических деформациях южного горного обрамления Сибирской платформы // ДАН. 2003. Т. 389. № 1. С. 100-103.

10. Кузменко С.П. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Сер. Амуро-Зейская. Лист М-52-XIV: Объясн. записка. М.: Мингео СССР, 1983. 82 с.

11. Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. Русловая деятельность магистральных рек Амурской области в условиях современного хозяйствования // География и природные ресурсы. 2008. № 2. С. 45-50.

12. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. ГИН АН СССР. 1951. Вып. 135. Геол. сер. (№ 55). 274 с.

13. Ламакин В.В. Об остаточных речных и вообще об остаточных поверхностных отложениях // Известия АН СССР. Сер. геол. 1943. № 2. С. 79-87.

14. Костомаха В.А. Опыт подсчета скорости рельефообразующих процессов на поздних этапах четвертичного периода для Амуро-Зейской равнины // Земная поверхность, ярусный рельеф и скорость рельефообразования / М-лы Иркутск. геоморфол. семинара (Иркутск, 9-14 сентября 2007 г.). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. С. 126-127.

15. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.

16. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика / Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. Т. 1. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.

17. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986.

18. Совместная российско-китайская схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур. Т. 5. Климат и гидрология. Москва—Чанчжуань: Совинтервод, Сунляокомводхоз, 1998. 227 с.

19. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18: Дальний Восток. Вып. 1: Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 781 с.

20. Лишневский Э.Н. О строении поверхности фундамента Нижне-Зейской впадины // Геотектоника. 1968. № 5. С. 62-71.

21. Корчагин Ф.Г. Геодинамика Амурского геоблока // Проблемы геодинамики и прогноза землетрясений / I российско-японский семинар (Хабаровск, 26-29 сентября 2000 г.). Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2001. С. 18-39.

22. Воскресенский С.С., Воскресенский К.С. Выработанный продольный профиль реки (уклоны как функция водотоков) // Геоморфология. №1. С. 14-22.

REFERENCES

1. Antropovskij, V.I. Morphology and deformation of the Middle Amur riverbed. *Geografija i prirodnye resursy — Geography and Natural Resources*. 1996. № 3. P. 93-103 (in Russian).

2. Ivanov, V.V., Mahinov, A.N., Chalov, R.S., Chernov, A.V. Vertical channel deformations in the Middle Amur. *Vestnik MGU — Moscow State University Vestnik*. Ser. 5. Geography. 2000. № 5. P. 32-37 (in Russian).

3. Mahinov, A.N., Chalov, R.S., Chernov, A.N. Offshore motion of sediments in the Middle Amur. *Geomorfologija — Geomorhology*. 2001. № 2. P. 72-81 (in Russian).

4. Ivanov, V.V., Zavadskij, A.S. Channel processes in the Amur marginal area. *Vestnik MGU — Moscow State University Vestnik*. 2012. № 4. P. 50-56 (in Russian).

5. Ufimcev, G.F. *Tektonicheskij analiz rel'efa (na primere Vostoka SSSR)* [Relief tectonic analysis (on the basis of East in USSR)]. Novosibirsk: Nauka. Siberian Branch, 1984. 183 p. (in Russian).

6. Zhukovskij, S.Ja., Podkaminer, O.S. Preliminary engineering-geological zoning of the Middle Amur valley in connection with field investigations in the Upper Amur. *Voprosy inzhenernoj geologii Verhnego Amura — Problems of engineering geology in the Upper Amur*. M.: Lomonosov Moscow State University Publ., 1962. P. 164-172 (in Russian).

7. *Karta sovremennyh vertikal'nyh dvizhenij po geodezicheskim dannym na territorii SSSR (SVDZVK)* [Map of modern vertical movements with geodetic data on the USSR territory] L.A. Kashin. M.: State Department of Geodesy and Cartography, 1989. 4 p. (in Russian).

8. Miroshnichenko, A.I., Sorokin, A.P., San'kov, V.A. and others. Space geodesy in the tasks of geodymamics: present-day motion in Zeya-Bureya Basin. *Tihookeanskaja geologija — The Pacific Ocean Geology*. 2008. № 1. P. 71-80 (in Russian).

9. San'kov, V.A., Luhnev, A.V., Miroshnichenko, A.I. and others. Space geodesy in the tasks of geodymamics: present-day motion in Zeya-Bureya Basin. *DAN — DAN*. 2003. V. 389. № 1. P. 100-103 (in Russian).

10. Kuzmenko, S.P. *Gosudarstvennaja geologicheskaja karta SSSR m-ba 1:200000. Ser. Amuro-Zejskaja* [State geologic map of the USSR on a scale of 1:200000. Ser. Amur-Zeya]. Page M-52-XIV: Explanatory note. M.: USSR Ministry of geology, 1983. 82 p. (in Russian).

11. Gusev, M.N., Pomiguev, Ju.V. Channel activity of main rivers in the Amur Region in the conditions of modern economic management. *Geografija i prirodnye resursy — Geography and natural resources*. 2008. № 2. P. 45-50 (in Russian).

12. Shancer, E.V. Alluvion of lowland river in temperate zone and its role in the perception of structure and alluvial measures formation regularities. *Tr. GIN AN SSSR — Institute of Geological Research, Academy of Science, USSR*. 1951. Issue 135. Geology (№ 55). 274 p. (in Russian).

13. Lamakin, V.V. On residual river and other residual superficial deposit. *Izvestija AN SSSR— Academy of Science Izvestiya, USSR*. Geology. 1943. № 2. P. 79-87 (in Russian).

14. Kostomaha, V.A. Experimental rate calculation of relief forming processes at the late stages of Quaternary for Amur-Zeya lowland. *Zemnaja poverhnost', jarusnyj rel'ef i skorost' rel'efoobrazovanija. M-ly Irkutsk. geomorfol. seminara)* [Earth surface, multilevel relief and the rate of relief forming. Works of Irkutsk geomorphologic seminar] (Irkutsk, September, 9-14, 2007). Irkutsk: Institute of Earth Crust, Siberian Branch, Russian Academy of Science, 2007. P. 126-127 (in Russian).

15. Makkaveev, N.I. *Ruslo reki i jerozija v ee bassejne* [Riverbed and erosion in its basin]. M.: Academy of Science Publishing. 1955. 346 p. (in Russian).

16. Chalov, R.S. *Ruslovedenie: teorija, geografija, praktika / Ruslovye processy: faktory, mehanizmy, formy projavlenija i uslovija formirovanija rechnyh rusel* [Riverbed studies: theory, geography, practice / Channel processes: factors, mechanisms, ways of manifestation and conditions for riverbeds formation]. M.: LKI, 2008. Vol. 1. 608 p. (in Russian).

17. Makkaveev, N.I., Chalov, R.S. *Ruslovye processy* [Channel processes]. M.: Moscow State University Publ., 1986 (in Russian).

18. *Sovmestnaja rossijsko-kitajskaja shema kompleksnogo ispol'zovanija vodnyh resursov pogranichnyh uchastkov rek Argun' i Amur* [Joint Russian-Chinese scheme of complex use of water resources in marginal areas of Argun River and Amur River]. Moscow—Zhen Huan Zhuan: Sovintervod, Sunlyaokomvodhoz, 1998. Vol. 5. Climate and hydrology. 227 p. (in Russian).

19. *Resursy poverhnostnyh vod SSSR* [Resources of surface waters in the USSR]. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1966. Vol. 18. Far East. Issue 1: Upper and Middle Amur. 781 p. (in Russian).

20. Lishnevskij, Je.N. On the structure of basement surface in Low-Zeya cavity. *Geotektonika — Geotectonics*. 1968. № 5. P. 62-71 (in Russian).

21. Korchagin, F.G. Geodynamics of Amur geological unit. *Problemy geodinamiki i prognoza zemletrjasenij. I rossijsko-japonskij seminar* (Problems of geodynamics and earthquake forecast. First Russian-Japan seminar (Khabarovsk, September, 26-29, 2000)). Khabarovsk: FEB RAS, 2001. P. 18-39. (in Russian).

22. Voskresenskij, S.S., Voskresenskij, K.S. Generated river longitudinal profile (slopes as watercourse function). *Geomorfologija — Geomorphology*. №1. P. 14-22 (in Russian).