



Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2025. № 4 (89). С. 189–199.  
*The Bulletin of Ryazan State University named for S. A. Yesenin.* 2025; 4 (89):189–199.

Научная статья  
УДК 551.435.1  
DOI 10.37724/RSU.2025.89.4.019

### Русловые процессы и перераспределение стока воды между рукавами в пойменно-русловых разветвлениях крупных рек

Анна Алексеевна Буркова<sup>1</sup>, Алексей Николаевич Махинов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Институт водных и экологических проблем — обособленное подразделение  
Хабаровского федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения  
Российской академии наук, Хабаровск, Россия

<sup>1</sup> [anna.byrkova@yandex.ru](mailto:anna.byrkova@yandex.ru)

<sup>2</sup> [amakhinov@mail.ru](mailto:amakhinov@mail.ru)

**Аннотация.** Установлены особенности строения многорукавного русла и динамика русловых переформирований реки Амур в районе города Хабаровска за период с 1895 по 2024 год. Приводятся морфологические и морфометрические характеристики основного русла и второстепенных рукавов реки. Показаны особенности геоморфологического строения территории, обусловившие специфическое развитие излучины главного русла реки. Среди них одной из основных является наличие неразмываемого высокого правого берега Амура, сложенного прочными осадочными породами пермского возраста. Рассмотрены основные факторы, влияющие на строение и динамику второстепенных рукавов реки. Установлено, что увеличение кривизны излучины основного русла обусловило активное перераспределение стока воды в спрямляющие протоки Пемзенская и Бешеная начиная с 1970-х годов, что создало значительные трудности для различных видов хозяйственной деятельности в русле и на берегах реки. Строительство переливных плотин в истоках обеих протоков в 2005–2006 годах позволило частично восстановить сток воды в основном русле Амура. Однако в условиях частых и высоких летних наводнений, особенно мощных в 2019–2021 годах, произошло разрушение переливной плотины в истоке протоки Пемзенская и образование глубокого и широкого обходного канала, что вновь создало угрозу существенного перераспределения стока воды реки Амур в эту протоку. Показано, что ее дальнейшее развитие приведет к значительным негативным последствиям: осложнит судоходство и снизит устойчивость работы городского водозабора вследствие обмеления основного русла, обусловит интенсивный размыв берегов.

**Ключевые слова:** Амур, многорукавное русло, динамика рукавов, антропогенное влияние на русловые процессы.

**Для цитирования:** Буркова А. А., Махинов А. Н. Русловые процессы и перераспределение стока воды между рукавами в пойменно-русловых разветвлениях крупных рек // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2025. № 4 (89). С. 189–199. DOI: 10.37724/RSU.2025.89.4.019.

Original article

## Channel processes and water flow redistribution in floodplain-channel branches of large rivers

Anna Alekseevna Burkova <sup>1</sup>, Aleksei Nikolaevich Makhinov <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Institute of Water and Environmental Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

<sup>1</sup> anna.byrkova@yandex.ru

<sup>2</sup> amakhinov@mail.ru

**Abstract.** The research describes the structural features of the multi-channel riverbed and the dynamics of channel transformations of the Amur River in the Khabarovsk area between 1895 and 2024. The authors describe the morphological and morphometric characteristics of the main channel and secondary branches of the river. They highlight the features of the geomorphological structure of the terrain that determined the specific development of the bends of the main riverbed. One of the main features is the presence of the high, non-erosive right bank of the Amur, composed of sedimentary rocks of Permian age. The main factors influencing the structure and dynamics of the secondary branches of the river are considered. We found that an increase in the curvature of the bend of the main riverbed has led to an active redistribution of water flow into the straightening channels Pemzenskaya and Beshenaya since the 1970s, which has created significant difficulties for various types of economic activities in the riverbed and on the banks of the river. The construction of overflow dams at the sources of both channels in 2005–2006 made it possible to partially restore the water flow in the main riverbed of the Amur. However, with frequent and high summer floods, especially powerful in 2019–2021, the overflow dam at the source of the Pumzenskaya Channel collapsed and a deep and wide bypass channel formed; this again created a threat of significant redistribution of the Amur River water flow into this channel. It is shown that its further development will lead to significant negative consequences, as it will complicate navigation and reduce the stability of the city water intake due to the shallowing of the main channel, and will lead to intensive coastal erosion.

**Keywords:** the Amur River, multi-channel river, dynamics of branches, anthropogenic influence on channel processes.

**For citation:** Burkova A. A., Makhinov A. N. Channel processes and water flow redistribution in floodplain-channel branches of large rivers. *The Bulletin of Ryazan State University named for S. A. Yesenin*, 2025; 4 (89):189–199. (In Russ.). DOI: 10.37724/RSU.2025.89.4.019.

### Введение

Русловые процессы на многорукавных участках больших рек имеют сложную динамику в связи с постоянным перераспределением стока воды между рукавами, и их изучению уделяется много внимания [Чалов, 2001 ; Large Rivers ... , 2008 ; и др.]. Даже небольшое влияние хозяйственной деятельности приводит к нарушению существующего равновесия в развитии речных русел [Schuurman, Kleinhans, Middelkoop, 2016 ; и др.]. Проблема нестабильности разветвленных на рукава рек имеет особенно важное значение на урбанизированных территориях [Чалов, Рулева, 2001 ; Завадский, Ким, Махинов, 2009]. Переформирования русла создают трудности для судоходства, снижают устойчивость работы водозаборных сооружений, активизируют процессы размыва берегов, что увеличивает риски возникновения различных аварийных ситуаций.

Река Амур около города Хабаровска, согласно морфодинамической классификации рек, относится к широкопойменному многорукавному типу [Чалов, 2011]. Для него характерен сложный тип многорукавности — сопряженные русловые и пойменно-русловые разветвления [Попов, Снищенко, 1971 ; Махинов, Чалов, Чернов, 1994].

В последние десятилетия русло реки Амур характеризуется значительной активностью, обусловленной как естественными тенденциями развития, так и антропогенным воздействием. Вследствие направленного перераспределения стока воды во второстепенные рукава основное русло реки в районе Хабаровска стало заполняться наносами, существенно усилился размыв берегов. Эти процессы осложнили условия хозяйственного использования акватории и прибрежных территорий реки и потребовали проведения масштабных дорогостоящих мероприятий по регулированию стока.

Негативные тенденции развития русла Амура в Хабаровском пойменно-русловом разветвлении наметились в конце 1970-х годов и резко проявились в начале 2000-х годов. Их особенность заключалась в том, что свободное развитие русловых деформаций ограничивается наличием неразмываемого правого берега. Уникальность этого участка Амура заключается в том, что излучина основного русла реки в районе города Хабаровска нижним крылом прижимается к коренному склону долины и ее развитие происходит за счет активности верхнего крыла.

Цель работы заключается в изучении современной динамики русла реки Амур в пределах пойменно-руслового разветвления при одностороннем ограничении русловых деформаций и оценке влияния на нее хозяйственной деятельности по регулированию русла.

Исследование русловых деформаций реки Амур в районе города Хабаровска в период 1895–2023 годов осуществлялось на основе анализа имеющихся карт и космических снимков Google Earth (табл. 1), отображающих состояние местности на 1915, 1944, 1975, 2000 и 2023 годы (временной интервал — 23–30 лет).

Таблица 1

Справочные данные использованных карт и космических снимков

Год	Название карты и масштаб	Система координат
1895	Геологическая карта правого побережья реки Уссури инженера Л. Барцевича, М 1 : 420 000	Географические координаты на основе эллипсоида Бесселя
1915	Карта путей сообщения Дальнего Востока, издание Управления водных путей Амурского бассейна, М 1 : 420 000	Географические координаты на основе эллипсоида Бесселя
1944	Карта Хабаровска и окрестностей (Khabarovsk and vicinity), издание военного картографического агентства США, М 1 : 125 000	Прямоугольные координаты, поликоническая проекция
1975	Топографическая карта Генерального штаба СССР, лист М-53-126, М 1 : 100 000	Прямоугольные координаты, проекция Гаусса — Крюгера
2000	Топографическая карта ГосГисЦентра, М 1 : 100 000	Прямоугольные координаты, проекция Гаусса — Крюгера
	Космический снимок Google Earth от 31.12.2000	WGS-84
2023	Космический снимок Google Earth от 18.04.2023	WGS-84

В районе Хабаровского разветвления расходы реки измерялись в основном русле и крупных рукавах при различных уровнях воды в период 2000–2023 гг. Выполнялась оценка состояния переливных плотин в истоках проток Пемзенская и Бешеная.

Проводилось визуальное обследование морфологии берегов с целью выявления эрозионно-опасных участков. Интенсивность размыва берегов определялась на основе сравнения одновременных крупномасштабных карт и данных анализа общедоступных космических снимков. Для определения уровня режима реки Амур использовались данные наблюдений на гидрологическом посту Дальневосточного УГМС в городе Хабаровск.

## Основная часть

### *Строение долины реки Амур в районе города Хабаровска*

Долина реки Амур на рассматриваемом участке имеет ширину 10 км и характеризуется асимметричным поперечным профилем (рис. 1). Правый берег крутой (до 70–80°, местами встречаются отвесные участки) с относительными высотами 25–30 м над урезом реки. Он сложен коренными осадочными породами хабаровской свиты пермской системы (P<sub>3</sub>hb), что ограничивает развитие русловых деформаций главного русла реки Амур в сторону правобережья.

Левобережье реки представлено обширной озерно-аллювиальной равниной плиоцен-четвертичного возраста ( $N_2-Q$ ) с относительной высотой 6–8 м. Слагающие берег реки рыхлые, преимущественно суглинистые отложения не являются препятствием для активной боковой эрозии на вогнутых участках береговой линии.

Современная пойма шириной 7,5 км и относительной высотой 3–4 м сложена аллювием ( $aQ_4$ ) мощностью более 20 м, представленным преимущественно супесчано-суглинистыми легко размываемыми отложениями. Ее пологоволнистая поверхность, осложненная многочисленными старицами и прирусловыми валами, пересекается руслами проток.

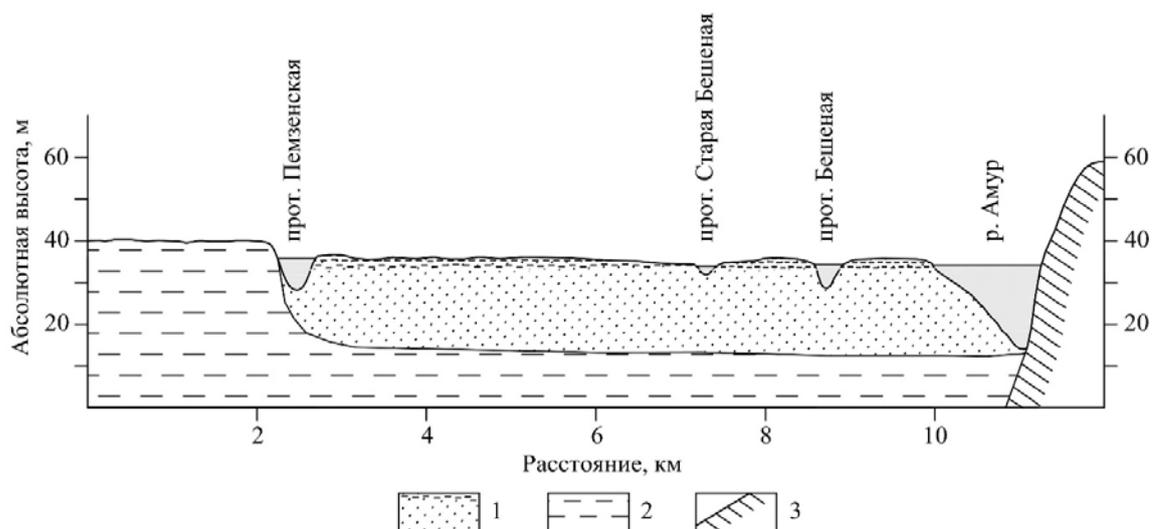


Рис. 1. Поперечный профиль долины реки Амур в районе города Хабаровска.  
Отложения: 1 — современные аллювиальные ( $aQ_4$ ),  
2 — озерно-аллювиальные приамурской свиты ( $N_2-Q$ ),  
3 — коренные породы хабаровской свиты ( $P_3hb$ )

Главное русло Амура на рассматриваемом участке реки образует довольно крутую излучину, нижним крылом прижимающуюся к коренному правому берегу в районе центральной части города Хабаровска. Оно спрямляется двумя крупными рукавами — протоками Пемзенская и Бешеная (рис. 2).

Протока Пемзенская, отделяющая остров Дачный от левого берега реки Амур, имеет прямолинейное направление и протяженность 10 км. Ее ширина вблизи истока составляет 400–450 м, слабо изменяясь по длине. Глубина воды в ней зимой не превышает 7 м, увеличиваясь в паводки до 11–12 м. Поперечный профиль имеет ящикообразную форму с очень крутыми берегами и ровным дном.

Протока Бешеная, проходящая между островами Дачный и Кабельный, имеет протяженность 6 км. Для нее характерно меандрирующее русло с небольшой кривизной оси водного потока. Ширина в истоке составляет 250–300 м, глубина во время межени 4–5 м, увеличиваясь в паводки до 7–8 м. Вследствие меньших скоростей течения по сравнению с протокой Пемзенской ее берега более устойчивы к размыву.

В настоящее время протоки Пемзенская и Бешеная перекрыты полузапрудами, а берега вблизи них укреплены каменной наброской. Частично укреплен также левый берег главного русла реки выше и ниже истока протоки Бешеной.

Ширина реки Амур в пределах основного русла изменяется от 2 до 3 км, а максимальная глубина достигает 21 м вблизи правого берега, к которому смещена динамическая ось водного потока. Наибольшая амплитуда годовых колебаний уровней воды в окрестностях Хабаровска составляет около 10 м.

Анализ русловых деформаций за 130-летний отрезок времени на рассматриваемом участке реки Амур был проведен на основе анализа топографических карт и космических снимков.

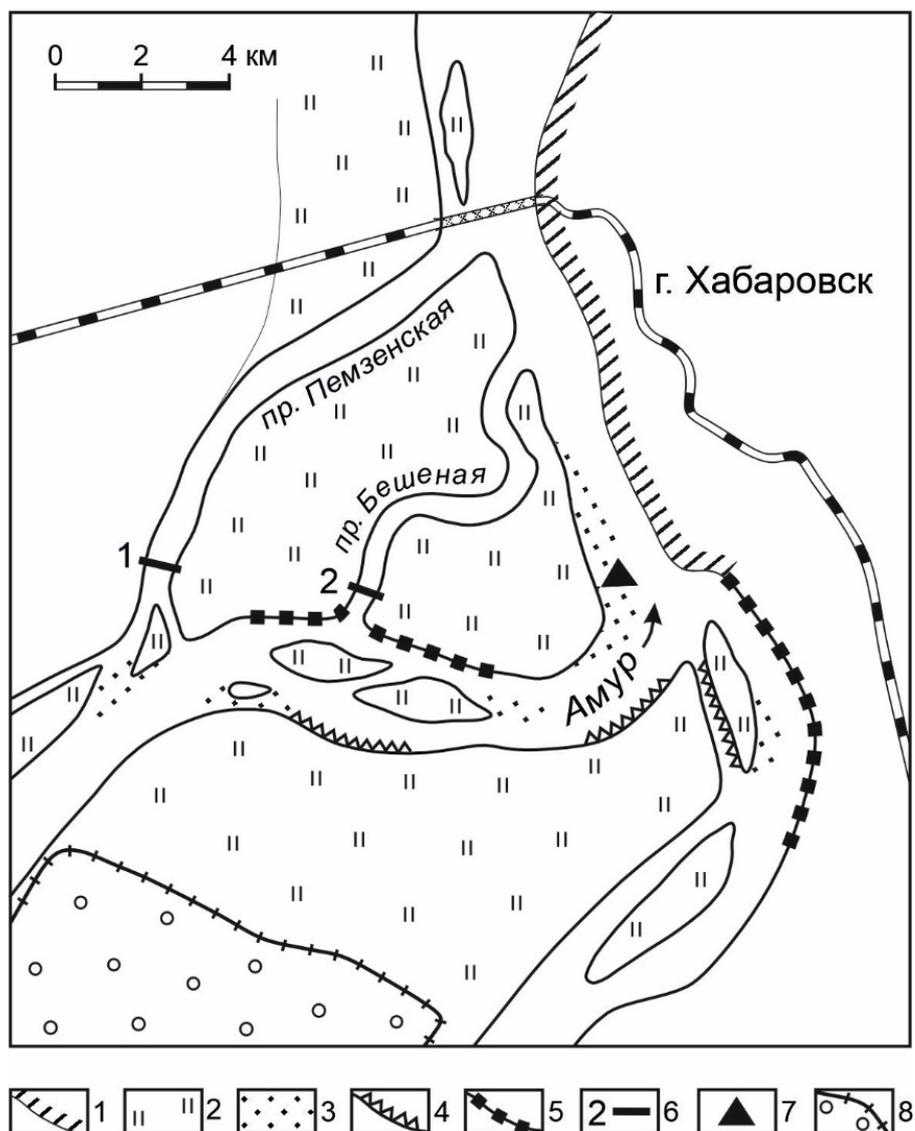


Рис. 2. Пойменно-русловое разветвление реки Амур в районе города Хабаровска  
 Примечание: 1 — коренной неразмываемый берег, 2 — современная пойма,  
 3 — участки интенсивной аккумуляции наносов в русле, 4 — размываемый берег,  
 5 — берегозащитные дамбы, 6 — переливные плотины,  
 7 — основной городской водозабор, 8 — польдер

### Динамика русла реки Амур в 1895–2005 годах

Первые достаточно точные карты русла Амура относятся к концу XIX века. Одной из первых была геологическая карта 1895 года правобережья реки Уссури инженера Л. Барцевича, выполненная в масштабе 1:420000. Ее анализ показал, что основное русло Амура образует крутую излучину, а протока Пемзенская, в настоящее время спрямляющая эту излучину, отсутствовала (рис. 3). На ее месте располагался залив Пемзенский, открывающийся в Амур с нижней по течению стороны.

Пойменный массив в шпоре излучины пересекали две не существующие сейчас в таком виде протоки (Первая и Вторая) шириной в своих истоках 140 м и 210 м соответственно. Главное русло реки Амур в пределах верхнего крыла излучины было существенно более узким, чем сейчас, его ширина в створе истока протоки Второй составляла 980 м (табл. 2). Его особенность заключалась в отсутствии на этом участке русловых островов.

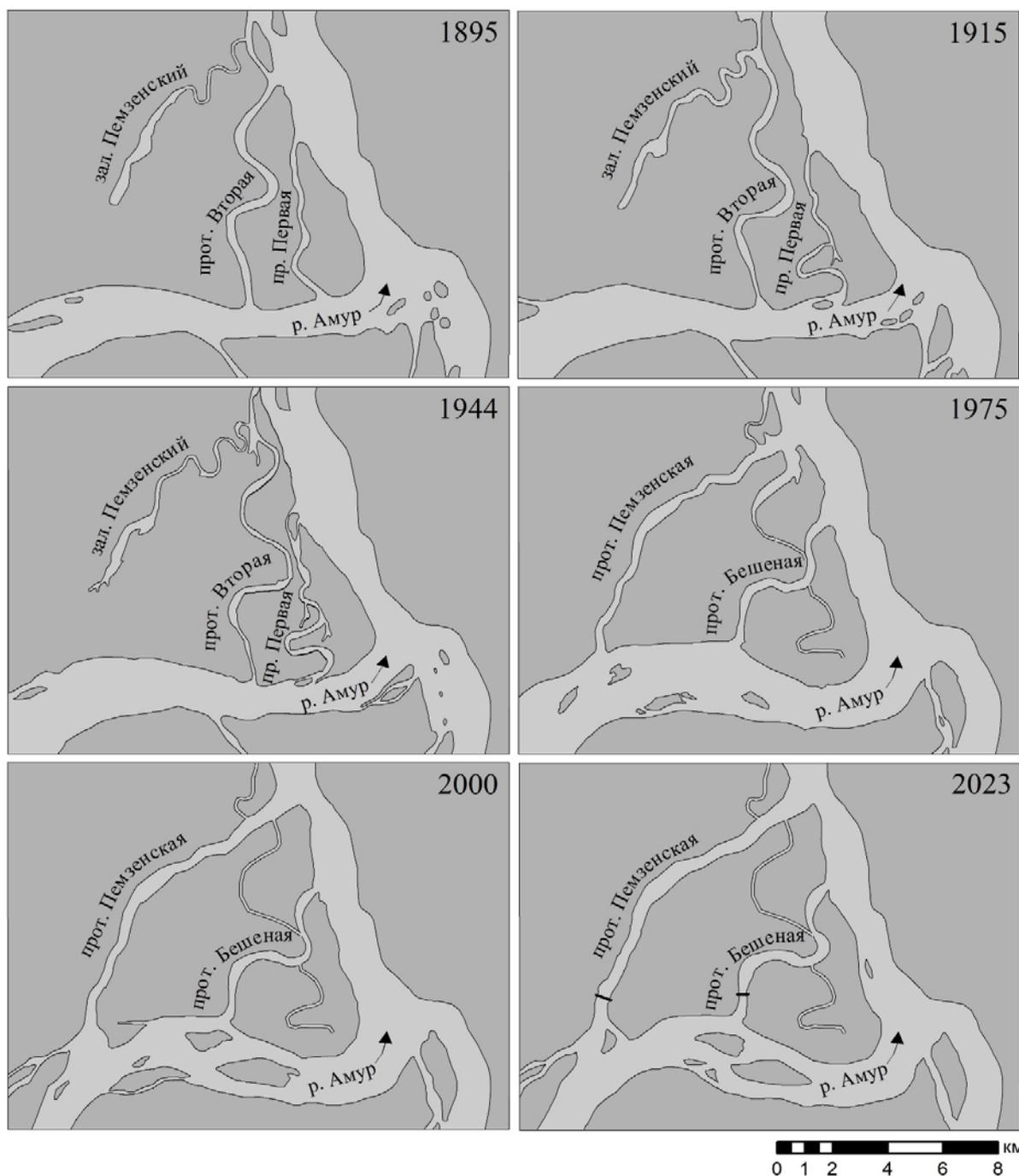


Рис. 3. Русловые деформации реки Амур в районе Хабаровского пойменно-руслового разветвления в период 1915–2023 годов

Таблица 2

Изменение ширины главного русла реки Амур в период 1895–2023 годов

Ширина главного русла, км	Год					
	1895	1915	1944	1975	2000	2023
Створ истока прот. Второй / прот. Бешеной	980	1015	1220	2420	2485	2490
Створ выше устья прот. Пемзенской (Пемзенского залива)	1940	1880	1880	1550	950	810

В течение следующих 20 лет (1895–1915 годы) в вершине излучины главного русла реки Амур происходила активная аккумуляция аллювиальных отложений, сопровождающаяся нарастанием левого (выпуклого) берега. Это привело к увеличению кривизны меандра — при одинаковом шаге излучины величина стрелы прогиба увеличилась с 8,52 км до 9,01 км (табл. 3).

Таблица 3

Изменение параметров излучины главного русла реки Амур в период 1895–2023 годов

Параметр излучины	Год					
	1895	1915	1944	1975	2000	2023
Длина излучины по руслу $l$ , км	23,32	23,97	24,01	24,27	24,31	24,39
Шаг излучины $L$ , км	14,46					
Степень развитости излучины $l/L$	1,61	1,66	1,66	1,68	1,68	1,69
Стрела прогиба, км	8,52	9,01	9,03	9,08	9,13	9,13

В период 1915–1944 годов значительных изменений в структуре русловой сети не наблюдалось. Однако произошло увеличение радиуса кривизны излучин проток Первой и Второй, что привело к сокращению площади разделяющего их пойменного массива и сближению проток. В указанный временной интервал зафиксировано отступление левого берега главного русла реки Амур на участке выше истока протоки Второй на 280–300 м. Правый берег верхнего крыла излучины также подвергся размыву напротив истока протоки Второй, что привело к увеличению ширины главного русла в данном створе до 1220 м.

Более существенная трансформация многорукавного разветвления реки Амур зафиксирована в период 1944–1975 годов. Вследствие продолжающегося размыва берегов в пределах верхнего крыла меандра и увеличения его кривизны, степень развитости излучины главного русла (отношение  $l/L$ ) достигла критического значения (1,67–1,68), что привело к спрямлению излучины более гидравлически выгодной Пемзенской протокой. Аналогичная ситуация часто складывается на меандрирующих рукавах разветвленных русел, в частности в нижнем течении реки Янцзы [Xuhai Yang, Yong Hu, Zhaohua Sun [et al.], 2024]. Развитие меандров проток Первой и Второй привело к размыву разделяющего их участка поймы и образованию протоки Бешеной, в своем положении наследующей русло верхнего течения протоки Второй и нижнего течения протоки Первой.

Интенсивное развитие проток Пемзенской и Бешеной в последующие 25 лет привело существенному снижению водности главного русла реки Амур. К 2000 году в верхнем крыле излучины сформировалось несколько крупных островов суммарной площадью 4,8 км<sup>2</sup>, один из которых (площадью 0,87 км<sup>2</sup>) причленился к левому берегу главного русла ниже истока протоки Пемзенской. Аккумуляция усилилась также в нижнем крыле излучины, что выразилось в увеличении площади пойменного массива левого берега на участке выше устья протоки Пемзенской, где главное русло реки Амур сузилось до 950 м.

К 2005 году протока Пемзенская превратилась в мощный поток шириной вблизи истока 400–450 м. Глубина воды в ней зимой составляла 6–7 м, увеличиваясь в паводки до 11–12 м. Ящикообразный поперечный профиль протоки с очень крутыми берегами и ровным дном свидетельствовал об углублении и расширении русла за счет интенсивной глубинной и боковой эрозии. В зимний период по ней проходило 60–70 % от всего стока реки Амур, а летом при подъеме уровней на 4–5 м доля стока уменьшалась до 45 %. Скорость течения воды составляла 1,5 м/с летом и 1 м/с зимой. Осенний и весенний ледоходы проходили по протоке Пемзенской, минуя основное русло Амура.

Ширина протоки Бешеной в истоке достигла 300 м, а глубина во время межени составляла 4–5 м, увеличиваясь в большие паводки до 7–8 м. Однако сток воды в ней находился в пределах 5–7 %.

В основном русле Амура ниже истока протоки Пемзенской уменьшение стока воды существенно снизило транспортирующую способность потока. За сравнительно короткое время (1980–2005 годы) на участке русла Амура протяженностью 12 км от истока протоки Пемзенской до места впадения Амурской протоки (у поселка Уссурийский) накопилось около 200 млн т наносов. Площадь островов на этом участке реки достигла своих максимальных значений. Глубина основного русла реки существенно уменьшилась и на перекатах в период летней межени не превышала 3 м, а зимой составляла всего около 1 м.

*Динамика русла реки Амур в 2005–2023 годах*

В 2005 году началась реализация проекта инженерной защиты левого берега реки Амур. В 2005–2006 годах протоки Пемзенская и Бешеная были перекрыты в истоке переливными плотинами, сложенными крупнообломочным каменным материалом [Махинов, Ким, Чалов, Чернов, 2011 ; Kim, Makhinov, 2012].

Сток в протоке Пемзенской сразу после строительства в конце зимы 2006 года снизился до минимальных значений  $80 \text{ м}^3/\text{с}$  (4,7 %) и стал определяться фильтрующей способностью плотины. Затем вследствие трансформации плотины и снижения ее гребня доля стока увеличилась до 18–30 % (средняя 20,7 %). В 2011–2012 годах сток в протоке Пемзенской стабилизировался, и его доля стала составлять 20–24 %, немного увеличиваясь при возрастании общего расхода воды, а в Бешеной сохранялся на уровне 7,2 % [Синюков, Глухов, Рыбас [и др.], 2008 ; Ким, Махинов, Сальников, 2012]. Сток основного русла реки Амур существенно увеличился и стал составлять 65–70 %, что было главной целью проведения работ.

Переливные плотины успешно выполняли свои функции, однако после катастрофического наводнения 2013 года дамба в протоке Пемзенской частично просела, обусловив повышение стока в ней до 32%. В 2022 году после серии крупных наводнений 2019–2021 годов произошел прорыв дамбы вдоль правого берега с образованием глубокого канала (рис. 4). В 2023 году ширина канала составляла 60–70 м с глубиной 8–9 м, а по данным наблюдений 2024 года — около 100 м при таких же глубинах. В результате расход воды в главном русле Амура уменьшился до 55–57 % от общего расхода в реке.

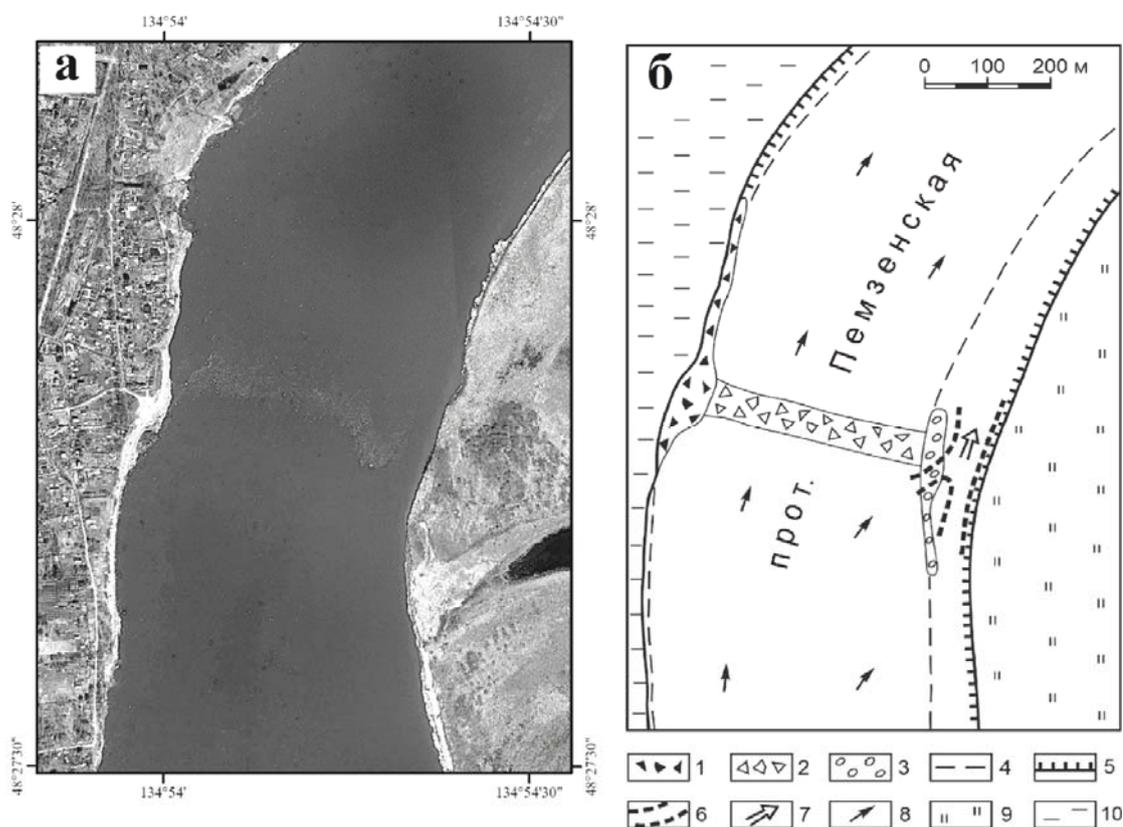


Рис. 4. Размыв правого берега протоки Пемзенская за период 2011–2023 годов и формирование обходного канала: а — снимок Google Earth, 2023 год; б — схема переливной плотины и обходного канала по данным обследования 2023 года

*Примечание:* 1 — укрепленный каменной наброской левый берег, 2 — тело переливной плотины, 3 — каменная наброска правого берега, 4 — положение берега до строительства переливной плотины, 5 — современный интенсивно размываемый берег, 6 — обходной канал вдоль правого края переливной плотины, 7 — основной водный поток на участке протоки, 8 — направление течения, 9 — современная пойма, 10 — озерно-аллювиальная равнина

Таким образом, канал в протоке Пемзенская в настоящее время стремительно расширяется, средняя скорость размыва его правого берега за последние годы составляет около 30 м в год. Несмотря на ожидаемое наступление периода малой водности Амура размыв берега будет продолжаться такими же темпами вследствие больших скоростей течения и легко размываемых су-глинистых отложений, слагающих дно и берег канала. При этом скорость со временем может увеличиться вследствие большей мощности потока в связи с его расширением и углублением.

Дальнейшее развитие протоки Пемзенская уже в ближайшее время приведет к ряду негативных последствий. Во-первых, протока превратится в основной рукав Амура и вместе с протокой Бешеная будет перехватывать 60–70 % общего стока Амура, что существенно снизит водность потока и его разбавляющую способность на протяженном участке реки вдоль города, ухудшив ее экологическое состояние. В русле Амура ниже проток Пемзенская и Бешеная существенно усилится аккумуляция наносов с образованием прибрежных песчаных кос, осередков и островов, произойдет обмеление реки, что осложнит условия судоходства вследствие небольших глубин на перекатах в меженный период. Возрастет угроза полной заносимости основного городского водозабора, расположенного в русле реки Амур напротив центральной части города.

Во-вторых, изменится ледовая обстановка на реке Амур у Хабаровска, поскольку осенний и весенний ледоходы будут проходить по протоке Пемзенская, а в русле Амура напротив центральной части города продолжительность ледостава увеличится на несколько дней. В отдаленной перспективе может возникнуть угроза устойчивости мостового перехода через Амур вследствие перемещения основного ледохода в протоку Пемзенская и воздействия движущегося льда на боковые части мостовых опор.

В-третьих, произойдет уничтожение ценных пойменных земель в результате размыва берегов протоки Пемзенской вследствие увеличения в ней стока воды. Безвозвратная потеря таких земель может составить десятки гектаров.

На основе проведенного анализа имеющихся данных о современном состоянии и направленности русловых процессов на участке реки Амур в районе Хабаровска крайне необходимо незамедлительно провести разработку проекта реконструкции переливных плотин в протоках Пемзенская и Бешеная и обеспечить их срочное восстановление.

### Заключение

Русло реки Амур в пределах Хабаровского широкопойменного участка относится к наиболее сложной разновидности разветвленных на рукава рек — пойменно-русловой многорукавности. Для него характерны высокая интенсивность эрозионно-аккумулятивных процессов и постоянное перераспределение стока воды между рукавами.

За период с 1895 по 2005 год русло реки развивалось в естественных условиях при постепенном усилении воздействия антропогенных факторов: в 1916 году был построен железнодорожный мост через Амур, в 1976 году — польдер в пойме реки площадью 61 км<sup>2</sup>, в 2005–2006 годах — переливные полузапруды в истоках проток Пемзенская и Бешеная и берегозащитные укрепления.

На русловой режим реки Амур на рассматриваемом участке существенное влияние оказывают особенности строения долины с неразмываемым высоким правым берегом. Развитие излучины основного русла после достижения критической величины ее параметров обусловило образование и существенное увеличение размеров спрямляющих рукавов — проток Пемзенская и Бешеная, перехвативших основной сток воды реки Амур, максимальная величина которого составляла 65–70 %.

В 2005–2006 годах в истоках проток Пемзенская и Бешеная были возведены переливные плотины с целью восстановления основного стока реки Амур в его главное русло. В первый год после строительства доля стока в протоку Пемзенская существенно уменьшилась. Зимой она составила всего 4,7 %, а летом при переливе воды через тело плотины — 23 %. В последующие годы сток в ней стабилизировался на величине 30–33 %. Сток в протоку Бешеная также резко сократился до 5–7 %.

При прохождении на реке Амур крупных паводков в 2019–2021 годах произошли значительные русловые деформации в истоке протоки Пемзенская, в результате чего осуществился прорыв переливной плотины. Ее пропускная способность в настоящее время существенно увеличилась

вследствие частичного разрушения полузапруды у правого берега и углубления обходного канала в истоке протоки. По измерениям 2023 года в Пемзенскую протоку уходит 36,5 %, а вместе с протокой Бешеная 45 % от общего стока воды Амура на этом участке.

Пойменно-русловое разветвление реки Амур в районе Хабаровска является сложным объектом с точки зрения современной динамики русловых процессов, что требует ведения постоянного мониторинга эрозионно-аккумулятивных процессов на данном участке реки для выявления тенденций и интенсивности русловых деформаций. Данные мониторинга необходимы для прогнозирования изменений состояния реки и разработки необходимых мероприятий с целью своевременного предупреждения и нейтрализации негативных последствий русловых процессов.

#### Список источников

1. Завадский А. С., Ким В. И., Махинов А. Н. [и др.]. Русловые процессы на проблемных разветвленных участках Нижнего Амура // Комплексные исследования природной среды в бассейне реки Амур : материалы межрегион. науч. конф. — Хабаровск : ДВО РАН, 2009. — Кн. 1. — С. 72–76.
2. Ким В. И., Махинов А. Н., Сальников В. И. Динамика русловых процессов и перераспределения стока на участке разветвленного русла р. Амур : сб. докл. Всерос. науч. конф. «Процессы самоорганизации в эрозионно-русловых системах и динамике речных долин “Fluvial systems — 2012” с участием иностранных ученых. — Томск : ИМКЭС СО РАН, 2012.
3. Махинов А. Н., Ким В. И., Чалов Р. С., Чернов А. В. Изменение русловых процессов реки Амур в районе Хабаровска в результате строительства полузапруд в протоках Пемзенская и Бешеная // Сборник докладов конференции с международным участием «Регионы нового освоения: ресурсный потенциал и инновационные пути его использования». — Хабаровск : ИВЭП ДВО РАН, 2011. — С. 56–58.
4. Махинов А. Н., Чалов Р. С., Чернов А. В. Направленная аккумуляция наносов и морфология русла Нижнего Амура // Геоморфология. — 1994. — № 4. — С. 70–78.
5. Попов И. В., Снищенко Б. Ф. К вопросу о морфологических особенностях многорукавных речных русел на участке впадения притока // Метеорология и гидрология. — 1971. — № 1. — С. 48–61.
6. Синюков В. И., Глухов В. А., Рыбас О. В. [и др.]. Особенности динамики русловых процессов Хабаровского водного узла // Тихоокеанская геология. — 2008. — Т. 27, № 6. — С. 92–99.
7. Чалов Р. С. Сложноразветвленные русла равнинных рек: условия формирования, морфология и деформации // Водные ресурсы. — 2001. — Т. 28, № 2. — С. 166–171.
8. Чалов Р. С. Русловедение: теория, география, практика. — М. : USSR. — Т. 1 : Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. — 2008. — 608 с. ; Т. 2 : Морфодинамика речных русел. — 2011. — 960 с.
9. Чалов Р. С., Рулева С. Н. Изменения русел рек и опасные проявления русловых процессов на урбанизированных территориях // География и природные ресурсы. — 2001. — № 4. — С. 17–23.
10. Kim V. I., Makhinov A. N. Distribution of the Amur river flow between the subchannels in multi-channel river passages // 32-nd International Geographical Congress (26–30 August in Cologne, Germany). — Cologne, Germany, 2012. — URL : <http://www.igc2012.uni-koeln.de> (accessed: 10.07.2025).
11. Large Rivers. Geomorphology and Management / Avijit Gupta (ed.). — Singapore : John Wiley & Sons, 2008. — 689 p.
12. Schuurman F., Kleinhans M. G., Middelkoop H. Network response to disturbances in large sand-bed braided rivers // Earth Surface Dynamics. — 2016. — N 4. — Pp. 25–45. — DOI: 10.5194/esurf-4-25-2016.
13. Xuhai Yang, Yong Hu, Zhaohua Sun [et al.]. Human interventions alter morphodynamics of meandering channels: Insights from decadal to pre-industrial observations in the Yangtze River // Journal of Hydrology. — 2024. — Vol. 634. — DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.131067.

#### References

1. Zavadsky A. S., Kim V. I., Makhinov A. N. et al. Channel processes in problematic braided sections of the Lower Amur River. *Kompleksnyye issledovaniya prirodnoy sredy v bassejne reki Amur: materialy mezhregion. nauch. konf.* [Integrated studies of the natural environment in the Amur River basin: Proceedings of interregional scientific conference]. Khabarovsk, FEB of RAS, 2009, bk. 1, pp. 72–76. (In Russian).
2. Kim V. I., Makhinov A. N., Salnikov V. I. Dynamics of channel processes and runoff redistribution in a braided section of the Amur River channel. *Sb. dokl. Vseros. nauch. konf. “Protessy samoorganizatsii v erozionno-ruslovykh sistemakh i dinamike rechnykh dolin” “Fluvial systems — 2012” s uchastiyem inostrannykh uchennykh.* [Coll. of reports of the All-Russian scientific conference “Self-organizing processes in erosion-channel systems and river valley dynamics” “Fluvial systems — 2012” with participation of foreign scientists]. Tomsk, IMCES SB of RAS, 2012. (In Russian).

3. Makhinov A. N., Kim V. I., Chalov R. S., Chernov A. V. Changes in the Amur River channel processes in Khabarovsk Region resulting from construction of groynes in Penzenskaya and Beshenaya channels. *Sbornik докладov konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem "Regiony novogo osvoyeniya: resursnyy potentsial i innovatsionnyye puti yego ispolzovaniya"*. [Collection of papers from Conference with International participation "Regions of New Development: Resource Potential and Innovative Ways of Its Use"]. Khabarovsk, Institute of Water Problems and Problems of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2011, pp. 56–58. (In Russian).

4. Makhinov A. N., Chalov R. S., Chernov A. V. Directional accumulation of sediments and channel morphology of the Lower Amur. *Geomorphologiya*. [Geomorphology]. 1994, iss. 4, pp. 70–78. (In Russian).

5. Popov I. V., Snishchenko B. F. Morphological features of multi-branch river channels at the tributary confluence. *Meteorologiya i gidrologiya*. [Meteorology and Hydrology]. 1971, iss. 1, pp. 48–61. (In Russian).

6. Sinyukov V. I., Glukhov V. A., Rybas O. V. et al. Features of the dynamics of channel processes in Khabarovsk watershed complex. *Tikhookeanskaya geologiya*. [Pacific Geology]. 2008, vol. 27, iss. 6, pp. 92–99. (In Russian).

7. Chalov R. S. Complex braided channels of lowland rivers: formation conditions, morphology, and deformations. *Vodnyye resursy*. [Water Resources]. 2001, vol. 28, iss. 2, pp. 166–171. (In Russian).

8. Chalov R. S. *Ruslovedeniye: teoriya, geografiya, praktika*. [River channel studies: theory, geography, practice]. Moscow, USSR, vol. 1: Channel processes: factors, mechanisms, forms of manifestation, and conditions of river channel formation, 2008, 608 p.; vol. 2: Morphodynamics of river channels, 2011, 960 p. (In Russian).

9. Chalov R. S., Ruleva S. N. Changes in river channels and hazardous manifestations of channel processes in urbanized areas. *Geografiya i prirodnyye resursy*. [Geography and natural resources]. 2001, iss. 4, pp. 17–23.

10. Kim V. I., Makhinov A. N. Distribution of the Amur River flow between the subchannels in multi-channel river passages. *32-nd International Geographical Congress (26–30 August in Cologne, Germany)*. Cologne, Germany, 2012. URL : <http://www.igc2012.uni-koeln.de> (accessed: 10.07.2025).

11. Large Rivers. *Geomorphology and Management*. Ed. by Avijit Gupta. Singapore, John Wiley & Sons, 2008, 689 p.

12. Schuurman F., Kleinans M. G., Middelkoop H. Network response to disturbances in large sand-bed braided rivers. *Earth Surface Dynamics*. 2016, iss. 4, pp. 25–45. DOI: 10.5194/esurf-4-25-2016.

13. Xuhai Yang, Yong Hu, Zhaohua Sun et al. Human interventions alter morphodynamics of meandering channels: Insights from decadal to pre-industrial observations in the Yangtze River. *Journal of Hydrology*. 2024, vol. 634. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.131067.

#### **Информация об авторах**

**Буркова Анна Алексеевна** — младший научный сотрудник Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук, аспирант первого года обучения Хабаровского федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Сфера научных интересов: экзогенная геоморфология, русловые процессы, геоэкология.

**Махинов Алексей Николаевич** — доктор географических наук, заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук — обособленного подразделения Хабаровского федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Сфера научных интересов: экзогенная геоморфология, палеогеография, гидрология и водные проблемы, четвертичная геология.

#### **Information about the authors**

**Burkova Anna Alekseevna** — Junior Researcher, Institute of Water and Environmental Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, first-year postgraduate student, Khabarovsk Federal Research Center, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences.

Research interests: exogenous geomorphology, channel processes, geoecology.

**Makhinov Aleksei Nikolaevich** — Doctor of Geography, Deputy Director for scientific work at the Institute of Water and Environmental Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences — a division of Khabarovsk Federal Research Center, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences.

Research interests: exogenous geomorphology, paleogeography, hydrology and water problems, Quaternary geology.

Статья поступила в редакцию 30.08.2025; принята к публикации 25.09.2025.

The article was submitted 30.08.2025; accepted for publication 25.09.2025.