

УДК 551.435.11+551.89

Е.Ю. Матлахова¹

МАКРОИЗЛУЧИНЫ РЕКИ ВОРОНЫ КАК СВИДЕТЕЛЬСТВА МОЩНОГО РЕЧНОГО СТОКА В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ

В долинах рек Восточно-Европейской равнины на поймах и низких террасах встречаются макроизлучины (большие палеоруслы), являющиеся свидетельствами высокого речного стока, в несколько раз превышавшего современный. Такие макроизлучины были обнаружены и изучены в нижнем течении р. Вороны в районе г. Борисоглебска. В данной статье приводится подробная характеристика морфологического строения долины р. Вороны на изученном ключевом участке, описание макроизлучин и их параметров, палеорекострукции величин речного стока во время формирования этих макроизлучин. На изучаемом участке долины р. Вороны выражены четыре уровня террас и обширная пойма. Русло реки извилистое. Пойма преимущественно сегментно-гравийная, осложнена многочисленными палеоруслами. Среди них по размеру четко выделяются две генерации – большие палеоруслы (макроеандры), по своим размерам в разы превышающие параметры современного русла, и малые палеоруслы, по размерам соответствующие современному руслу. Ширина макроизлучин в среднем 300–350 м; ширина малых палеорусел около 30–40 м. Большие палеоруслы являются свидетельствами повышенного речного стока, формирование их в данном регионе относится к позднеледниковью (18–12 тыс. л. н.). Малые палеоруслы отвечают современному состоянию реки и относятся к голоценовому времени. Современный расход р. Вороны в рассматриваемой части долины составляет 37,9 м³/с, в то время как расчетные значения палеорасхода, при котором формировались макроизлучины, – 146,5 м³/с, что почти в 4 раза больше. Современный слой стока составляет 90 мм, слой палеостока – 350 мм.

Ключевые слова: большие палеоруслы, экстремальные палеогидрологические события, позднеледниковье, речные долины

Введение. В долинах рек Восточно-Европейской равнины на поймах и низких террасах встречаются макроизлучины (большие палеоруслы), являющиеся свидетельствами высокого речного стока, в несколько раз превышавшего современный [Панин и др., 1992; Panin et al., 1999; Сидорчук и др., 2000]. Такие макроизлучины были обнаружены и изучены в нижнем течении р. Вороны в районе г. Борисоглебска.

Ранее аналогичные макроизлучины были изучены в долине р. Хопер, также в районе г. Борисоглебска [Панин и др., 2013; Sidorchuk et al., 2003]. Датирование показало, что формирование больших палеоеандров Хопра относится ко времени позднеледниковья (18–12 тыс. л. н.). Территориальная близость районов исследования, сходные природные условия и накопленный по Восточно-Европейской равнине массив датировок аллювия аналогичных крупных палеорусел [Panin, Matlakhova, 2015] позволяют предположить, что формирование макроизлучин р. Вороны также можно отнести к позднеледниковью.

Основной целью данной работы является подробная характеристика морфологического строения долины р. Вороны на изученном участке (рис. 1), описание макроизлучин и их параметров и реконструкция величин речного стока во время формирования этих макроизлучин.

Геолого-геоморфологическая характеристика района. Изучаемая территория находится в преде-

лах древней платформы с архей-протерозойским кристаллическим фундаментом, перекрытым мощным чехлом осадочных отложений. Строение верхней части осадочного чехла играет большую роль в формировании современного облика рельефа территории в целом и речной долины в частности.

В долине р. Вороны с поверхности залегают аллювиальные и склоновые отложения средне- и позднеплейстоценового и голоценового возраста. Междуречья сложены ледниковыми, флювиогляциальными и лимногляциальными отложениями донского возраста [Палеогеографические закономерности..., 2013], часто перекрытыми покровными отложениями. Под донской мореной встречаются озерные и аллювиальные отложения, а также нерасчлененный комплекс водноледниковых, аллювиальных, озерных и болотных отложений. Донская морена представлена суглинками и супесями с включениями валунов и гальки; флювио- и лимногляциальные отложения – преимущественно песками с линзами или включениями гравийно-галечного материала, а также суглинками и супесями. Аллювиальные отложения представлены песками, иногда с гравием и галькой, либо супесями и суглинками; склоновые и покровные отложения – суглинками с линзами или прослоями песка [База данных..., 2020].

Под четвертичными отложениями залегают коренные породы неогенового и мелового возраста, под ними – юрского, каменноугольного и девонско-

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: matlakhova_k@mail.ru

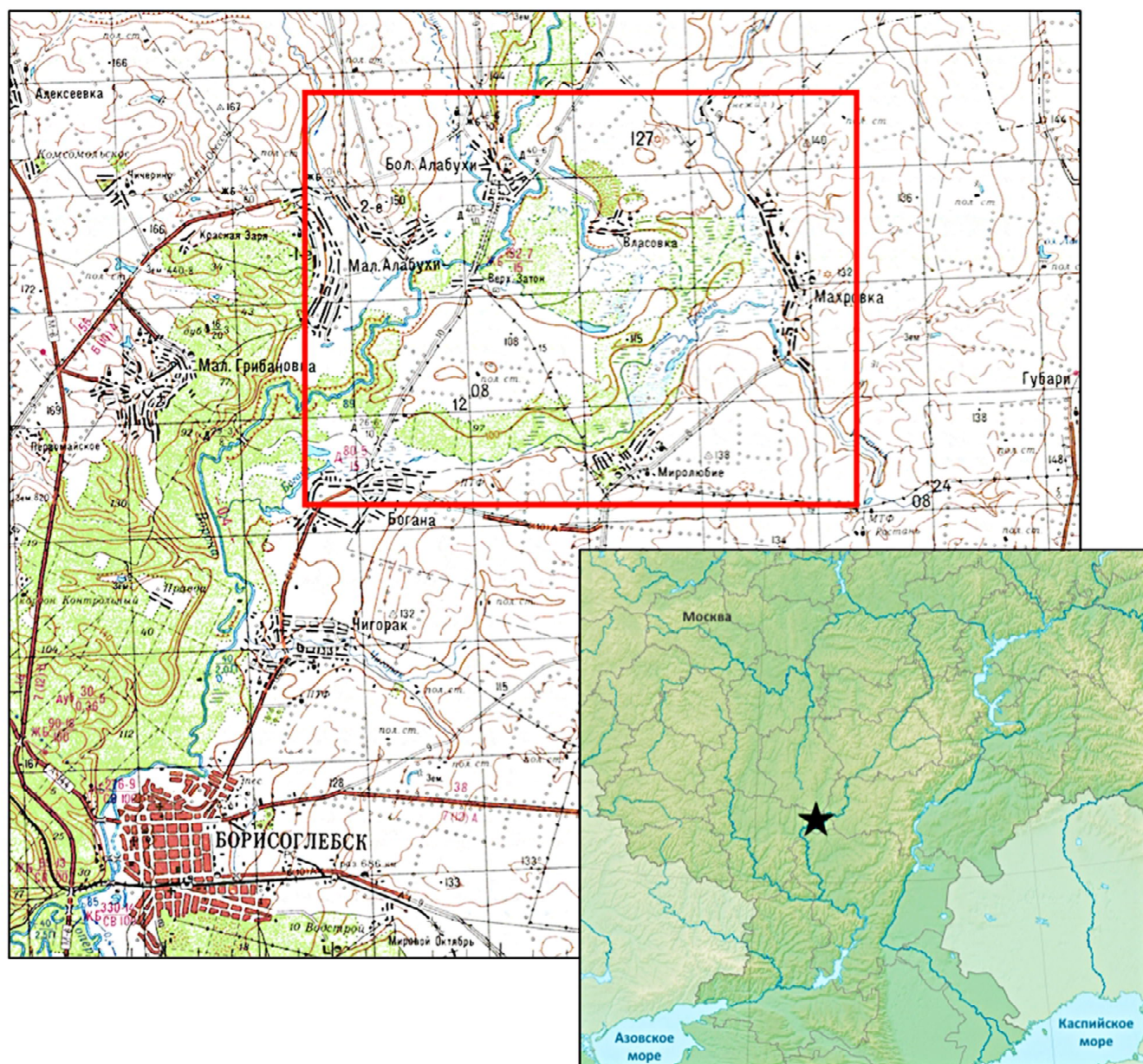


Рис. 1. Положение изучаемого участка долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска Воронежской области

Fig. 1. Study area in the Vorona River valley near Borisoglebsk town (Voronezh Region, Russia)

го периодов. Неогеновые слои представлены в основном аллювиальными песками, алевритами и глинами различной окраски (от светлых до темноцветных), а также верхнеплиоценовыми элювиальными образованиями (красноцветными песками и глинами). Вся подстилающая неоген толща сложена морскими осадками различной литологии. Меловые отложения представлены преимущественно песками (различно окрашенными – светлыми, зелеными, темными), с прослоями песчаников, глин и алевритов. Юрские отложения представлены алевритистыми глинами, карбоновые – известняками и глинами, реже доломитами. Девонские отложения имеют разнообразный состав: известняки, доломиты, мергели, глины, алевролиты, пески и песчаники, чередующиеся между собой в различных сочетаниях

[База данных..., 2020; Геология СССР, 1971]. В скважине в районе г. Борисоглебска под девонскими морскими отложениями на глубине около 500 м вскрыта кровля кристаллических пород фундамента, представленных протерозойскими гнейсами и сланцами [База данных..., 2020]. Долина р. Вороны на исследуемом участке пререзает только меловые и неогеновые отложения преимущественно песчаного состава.

Общий характер рельефа изучаемой территории – равнинный, относительные перепады высот составляют первые десятки метров, очертания форм рельефа сглаженные, что объясняется преобладанием песков и суглинков как среди слагающих территорию четвертичных пород, так и подстилающих их морских и аллювиальных отложений неогена

и мела. Овражно-балочная сеть хорошо развита, имеет в плане древовидный рисунок.

Согласно геоморфологическому районированию рассматриваемая территория находится в пределах Среднерусской геоморфологической провинции, области Волжско-Оско-Донской равнины, подобласти Оско-Донской низменности, в Доно-Хопровском районе. Для подобласти характерен расчлененный моренный и плоскоравнинный террасированный зандрово-аллювиальный рельеф на погребенной террасированной аллювиально-морской равнине неогенового возраста [Воскресенский и др., 1980].

В долине р. Вороны выделяется пойма и четыре уровня надпойменных террас. Террасы распространены преимущественно по левому берегу, где достигают ширины в несколько километров; на правом берегу они представлены лишь в виде небольших фрагментов шириной до первых сотен метров. В пределах междуречий на прилегающих пространствах чередуются участки слаборасчлененной пологоволнистой неогеновой аллювиальной равнины и среднерасчлененной пологоволнистой доледниковой эрозионно-денудационной равнины, перекрытые отложениями донского оледенения и перигляциальными образованиями и измененные последующими эрозионными процессами [База данных..., 2020].

Методы исследования. Полевые работы, проведенные в 2019 г. в долине р. Вороны, включали в себя геоморфологическое обследование и картографирование территории, изучение строения палеорусел р. Вороны путем механического бурения (буровая установка УПБ-25), отбор образцов на различные виды анализов. Гранулометрический анализ отобранных образцов проводился автором в лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ. Изучение палеорусел проводилось также путем дешифрирования и определения параметров макроизлучин по аэрокосмическим снимкам.

Для ключевого участка в долине р. Вороны были сделаны количественные оценки стока по параметрам палеорусел, выполненные методом А.Ю. Сидорчука [Сидорчук и др., 2000; Sidorchuk, Borisova, 2000]. Данная методика основана на гидравлико-морфометрических зависимостях в сочетании с уравнением водного баланса. Согласно данным [Сидорчук и др., 2000], среднегодовой расход воды связан с шириной русла. Связь параметризована по величине внутригодовой изменчивости стока воды, которая характеризуется отношением среднегодового и среднемаксимального расхода воды. При расчетах использовались следующие формулы:

$$Q_{\text{ср}} = 0,012 y^{0,73} W^{1,36}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ср}}$ – среднегодовой расход, W – ширина русла, y – коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$y = aF^{0,125}, \quad (2)$$

где F – площадь водосбора, a – коэффициент, зависящий от ландшафтных условий; для поздневалдайского времени в данном регионе его значение равно 2,25.

$$X = Q_{\text{ср}}/F, \quad (3)$$

где X – слой стока.

Подробно методика количественной оценки стока по параметрам палеорусел описана в статье [Сидорчук и др., 2000].

Результаты исследования. Морфология долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска. На изучаемом участке долины р. Вороны выражены четыре уровня террас и обширная пойма. Наибольшие площади распространения в долине имеют высокая пойма, первая терраса и четвертая, сложенная аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Вторая и третья террасы распространены фрагментарно. Русло реки извилистое, имеет ширину от 25 до 50 м, в среднем – 30–40 м.

Высокая пойма выражена по обоим берегам реки и имеет на изучаемом участке ширину в среднем от 1,5 до 3 км, местами до 5 км, высоту – 3–5 м. Пойма преимущественно сегментно-гивистая, осложнена многочисленными палеоруслами. Среди них по размеру четко выделяются две генерации – большие палеорусла (макромеандры), по своим размерам в разы превышающие параметры современного русла, и малые палеорусла, по размерам соответствующие современному руслу. Ширина макроизлучин – в среднем 300–350 м; ширина малых палеорусел – в среднем около 30–40 м (т. е. примерно в 10 раз меньше).

Большие палеорусла являются свидетельствами повышенного речного стока, формирование их в данном регионе относится к позднеледниковью (18–12 тыс. л. н.). Малые палеорусла отвечают современному состоянию реки и относятся к голоценовому времени.

С двумя генерациями палеорусел ассоциированы и две возрастные генерации поймы р. Вороны: более древняя, позднеледниковая, формирование которой происходило параллельно с макроизлучинами, и более молодая, голоценовая, формировавшаяся уже после падения водности реки в голоцене (рис. 2). Большие палеорусла распространены только в пределах более древней генерации поймы, часто сильно заболочены, местами заняты старичными озерами. Малые палеорусла широко распространены в пределах молодой генерации поймы (ближе к современному руслу), однако часто встречаются и малые палеорусла, распространенные в пределах древней генерации и наложенные на макроизлучины. Это обусловлено тем, что преобразование поверхности высокой поймы (боковая эрозия, отштупывание стариц, пойменная и старичная аккумуляция; в том числе и в пределах древней генерации поймы) продолжается до сих пор.

Заполнение больших палеорусел р. Вороны представлено чередованием песков и суглинков, подстилаемых русловым аллювием, представленным хорошо отмытыми песками, обычно средне- и крупнозернистыми.

Первая надпойменная терраса широко распространена в пределах долины на рассматриваемом участке. Она имеет высоту от 10 до 17 м, ширину в среднем 4–5 км (местами до 7 км), представлена пре-

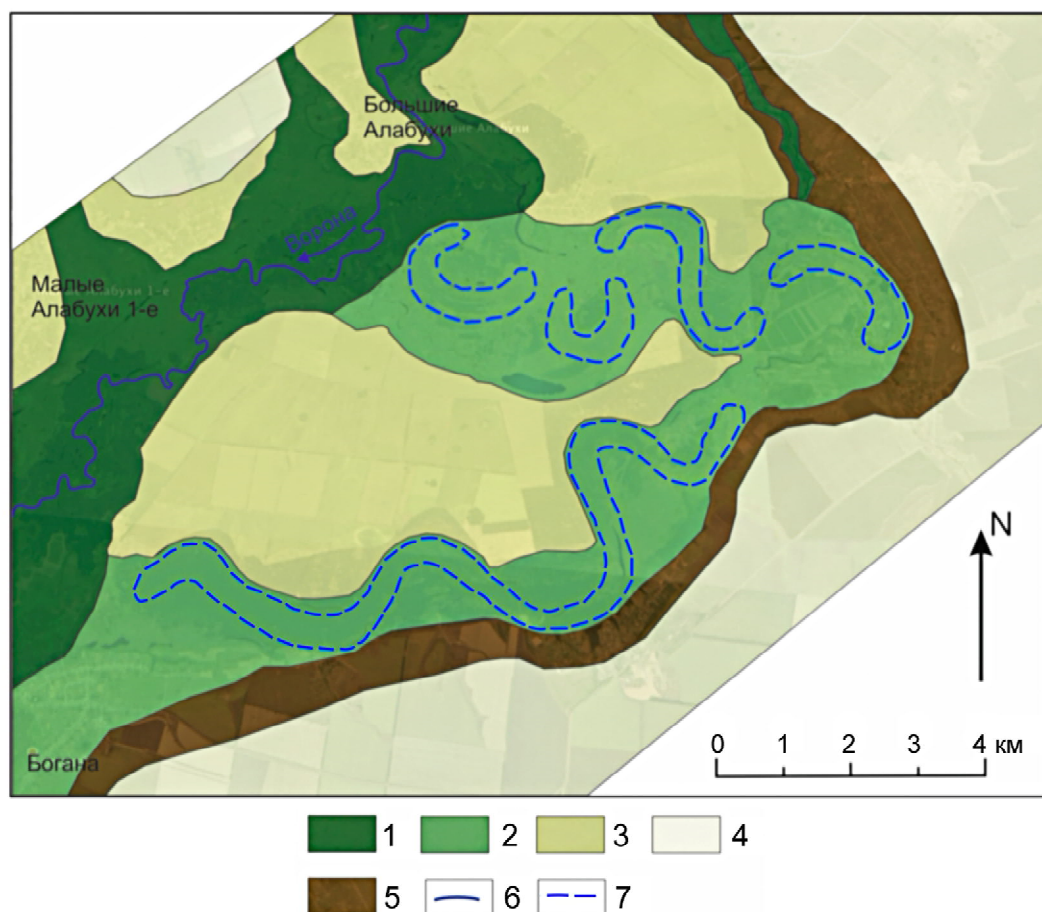


Рис. 2. Геоморфологическая карта на ключевой участок долины р. Вороны в районе г. Борисоглебска: 1 – голоценовая пойма; 2 – позднелепистоценовая высокая пойма; 3 – позднелепистоценовая надпойменная терраса; 4 – нерасчлененный комплекс высоких террас; 5 – эрозионный склон; 6 – современное русло; 7 – контуры макроизлучин

Fig. 2. Geomorphological map of the study area in the Vorona River valley near Borisoglebsk town. Legend: 1 – Holocene floodplain; 2 – Late Pleistocene high floodplain; 3 – Late Pleistocene terrace; 4 – undifferentiated complex of upper terraces; 5 – erosion slope; 6 – modern channel; 7 – paleochannels

имущественно по левому берегу, однако встречаются ее отдельные небольшие фрагменты и на правобережье. Также в центральной части изученного участка долины расположен крупный останец I НПТ, со всех сторон окруженный высокой поймой. Современное русло реки находится к западу от останца, с остальных сторон он обрамлен древней генерацией поймы с большими палеоруслами (макроизлучинами; см. рис. 2). Поверхность I НПТ на рассматриваемом участке местами значительно переработана эоловыми процессами и осложнена дюнами. Так, ярко выраженный эоловый рельеф наблюдается в восточной части останца террасы, а также на террасе в районе д. Власовка (к ВЮВ от с. Бол. Алабухи).

Вторая и третья надпойменные террасы распространены по долине фрагментарно, на изученном участке практически отсутствуют, хотя ниже и выше по течению ширина фрагментов может достигать 3–4 км; высота II НПТ около 20–25 м, III НПТ – около 27–30 м. Четвертая надпойменная терраса имеет ширину 5–10 км и сложена аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Высота IV НПТ составляет в среднем от 30 до 40 м и более, поверх-

ность террасы плавно переходит в прилегающие междуречные пространства.

Количественные оценки стока р. Вороны по параметрам макроизлучин. По параметрам макроизлучин были сделаны количественные оценки стока р. Вороны, характерного для времени их функционирования. Аналогичные макроизлучины широко распространены на Восточно-Европейской равнине; в частности, подобные крупные палеорусла в долине р. Хопер (в 30 км к югу от рассматриваемой территории) были изучены ранее, там датирование аллювия показало, что возраст макроизлучин относится к позднелепидниковью (18–12 тыс. л. н.). Это позволяет полагать, что возраст макроизлучин р. Вороны тоже позднелепидниковый.

Методика количественной оценки стока по параметрам палеорусел и особенности ее применения обсуждаются в статьях [Сидорчук и др., 2000; Сидорчук и др., 2008]. Используемые нами при расчетах формулы приведены ранее в разделе, посвященном методике исследований.

Проведенные расчеты показали следующие результаты (табл.). Современный расход р. Воро-

Т а б л и ц а

Параметры макроизлучин р. Вороны и расчетные показатели палеорасхода

Участок работ	Площадь водосбора F , км ²	Средний шаг макроизлучин L_{past} , м	Средняя ширина палеорула B_{past} , м	Коэффициент u	Палео		Современный	
					расход воды Q_{past} , м ³ /с	слой стока X_{past} , мм	расход воды Q , м ³ /с	слой стока X , мм
Долина р. Вороны в районе г. Борисоглебска (Большие Алабухи)	13 200	1364,0	346,2	7,37	146,5	350	37,9	90,0

ны в рассматриваемой части долины составляет 37,9 м³/с, в то время как расчетные значения палеорасхода – 146,5 м³/с, что почти в 4 раза больше. Современный слой стока составляет 90 мм, слой палеостока – 350 мм.

Обсуждение исследования. Наличие макроизлучин в долинах рек умеренного климатического пояса является одним из наиболее ярких палеогидрологических феноменов, активно изучающимся во всем мире в последние десятилетия [Dury, 1964; Starkel, 1995; Vandenberghe, 2002; Сидорчук и др., 2008; Панин и др., 2013]. Формирование больших палеорусел происходило в зоне развития древней (позднеплейстоценовой) многолетней мерзлоты северного полушария. Размеры русел, до 10–15 раз превышающие современные параметры, объясняются особенностями гидрологического режима рек того времени. Предполагается, что сток был крайне неравномерным в течение года (на фоне общего увеличения годового стока). Преобладание зимних осадков определяло высокое весеннее половодье, а наличие многолетней мерзлоты препятствовало фильтрации воды и увеличивало поверхностный сток. Таким образом, для рек было характерно короткое высокое весеннее половодье, приводившее к формированию больших русел рек, размеры которых соответствовали максимальным расходам периода половодья [Сидорчук и др., 2008].

Наши реконструкции палеорасходов и палеослоя стока для долины р. Вороны гармонично вписываются в представления об общей картине изменения водности рек Восточно-Европейской равнины. Так, по данным Сидорчука и др. [2008], годовой сток в бассейнах Мезени и Печоры был

больше современного более чем в 1,5 раза; увеличивался сток Волги, куда основной вклад вносили Ока и Кама, сток которых был в 2–3 раза больше современного. Для бассейнов Дона и Днепра расчеты показали, что поздневалдайский сток превышал современный в 3–4 раза [Сидорчук и др., 2008].

Таким образом, наши данные по длине р. Вороны дополняют проведенные ранее расчеты для ряда других долин и речных бассейнов Восточно-Европейской равнины. Рассчитанный палеорасход 146,5 м³/с для р. Вороны почти в 4 раза (если точнее, в 3,86 раза) больше современного значения 37,9 м³/с.

Выводы

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы:

- наличие макроизлучин (больших палеорусел) на высокой пойме р. Вороны является свидетельством высокого речного стока. Формирование макроизлучин в исследуемом регионе относят к позднеледниковью;

- с изменениями речного стока в позднеледниковье и голоцене связано формирование двух возрастных генераций поймы – более древней, позднеледниковой, формировавшейся параллельно с развитием макроизлучин, и более молодой, голоценовой, формировавшейся уже при современных параметрах стока и размерах русла;

- ширина макроизлучин р. Вороны на исследуемом участке в 10 раз превышает ширину современного русла. Расчеты показывают, что при таких параметрах макроизлучин водность реки (расход, слой стока) во время их формирования почти в четыре раза превышала современные показатели.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-35-00028). Гранулометрический анализ проб выполнен в лаборатории кафедры геоморфологии и палеогеографии МГУ в рамках темы госзадания «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования».

Автор выражает благодарность профессору кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ А.В. Панину за содействие в организации полевых работ и аспиранту Д.В. Баранову за помощь в проведении полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И., Лукьянова С.А., Ульянова Н.С., Ананьев Г.С., Андреева Т.С., Варущенко С.И., Спасская И.И. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.
- Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1971. 742 с.
- Палеогеографические закономерности развития морфолитосистем Русской равнины. Районирование. Стратиграфия. Геоэкология / под ред. Н.Г. Судаковой, С.С. Фаустова. М.: Географический факультет МГУ, 2013. 95 с.
- Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Макроизлучины русел рек ЕТС и проблемы палеогидрологических реконструкции // Водные ресурсы. 1992. № 4. С. 93–96.
- Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Власов М.В. Мощный поздневалдайский речной сток в бассейне Дона // Известия РАН. Сер. Географическая. 2013. № 1. С. 118–129.
- Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Борисова О.К. Климатически обусловленные изменения речного стока на равнинах северной Евразии в позднеледниковье и голоцене // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 4. С. 406–416.
- Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Чернов А.В., Борисова О.К., Ковалюх Н.Н. Сток воды и морфология русел рек Русской равнины в поздневалдайское время и в голоцене (по данным палеоруслового анализа) // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 196–230.
- Dury G.H. General theory of meandering valleys. *US Geol. Surv.*, 1964, Prof. Pap. 452-A, B.
- Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20^{ka} and its palaeohydrological implications. *Catena*, 2015, vol. 130, p. 46–61. DOI: 10.1016/j.catena.2014.08.016/
- Panin A.V., Sidorchuk A.Ju., Chernov A.V. Historical background to floodplain morphology: examples from the East European Plain. *Floodplains: Interdisciplinary Approaches*, Geological Society, London, Special Publications, no. 163, 1999, p. 217–229.
- Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K. Method of paleogeographical analogues in paleohydrological reconstructions. *Quaternary International*, 2000, vol. 72, no. 1, p. 95–106.
- Sidorchuk A., Panin A., Borisova O. The Lateglacial and Holocene Palaeohydrology of Northern Eurasia. *Palaeohydrology: Understanding Global Change*, K.J. Gregory and G. Benito (Eds.), 2003, John Wiley & Sons Ltd, p. 61–75.
- Starkel L. The place of the Vistula river valley in the late Vistulian – early Holocene evolution of the European valleys. European River Activity and Climatic Change During the Lateglacial and Early Holocene. *Palaeoklimaforschung / Palaeoclimate Research*, 1995, vol. 14, p. 75–88.
- Vandenbergh J. The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary. *Quaternary International*, 2002, vol. 91, p. 17–23.
- Электронный ресурс
База данных государственных геологических карт ВСЕГЕИ.
URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения 22.01.2020).

Поступила в редакцию 16.03.2020

После доработки 15.06.2020

Принята к публикации 06.10.2020

E.Yu. Matlakhova¹

MACROMEANDERS OF VORONA RIVER AS EVIDENCES OF HIGH RIVER RUNOFF IN THE LATE GLACIAL

In river valleys of the East European Plain, on floodplains and low river terraces, macromeanders (large palaeochannels) are found. These macromeanders are evidences of high fluvial activity epochs, when the values of river runoff were several times higher than modern ones. Such palaeochannels were found and studied in Vorona river valley near Borisoglebsk town. This article provides the detailed description of the morphological structure of the Vorona river valley on the key site, parameters of macromeanders and palaeoreconstructions of river runoff, based on the parameters of the palaeochannels. Four levels of terraces and wide floodplain are presented in the studied part of the Vorona river valley. The river channel is meandering. The floodplain is predominantly segmental-ridged, complicated by numerous paleochannels. Among them, two generations are clearly distinguished in size – large paleochannels (macromeanders), in size many times larger than the parameters of the modern channel, and small paleochannels, corresponding in size to the modern channel. The width of macromeanders is on average 300–350 m; the width of small paleochannels is on average about 30–40 m. Large paleochannels are evidence of increased river runoff; their formation in this region is usually associated with the Late Glacial (18–12 ka BP). Small paleochannels are the same size as the modern river and were formed in the Holocene. The modern discharge of the Vorona river on the studied part of the valley is 37,9 m³/s, while the calculated values of the paleo-discharge (at which the macroradiations were formed) are 146,5 m³/s, that is almost 4 times higher. The modern runoff layer is 90 mm, the paleo-runoff layer is 350 mm.

Key words: large palaeochannels, palaeohydrological extreme events, Late Glacial, river valleys

Acknowledgements. This study is supported by Russian Foundation for Basic Research (Project no. 18-35-00028). Grain size analysis was done in the laboratory of the Department of Geomorphology

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Senior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: matlakhova_k@mail.ru

and Paleogeography of Moscow State University within the framework of the state assignment "Cenozoic evolution of the environment, the dynamics of the relief, geomorphological hazards and risks of land-use".

The author expresses her gratitude to A.V. Panin, Professor of the Department of Geomorphology and Paleogeography of the Faculty of Geography of the Moscow State University for assistance in organizing field work; and to D.V. Baranov, the postgraduate student, for his help in field work.

REFERENCES

- Dury G.H. *General theory of meandering valleys*. US Geol. Surv., 1964, Prof. Pap. 452-A, B.
- Geologiya SSSR. Tom IV. Centr Evropejskoj chasti SSSR. *Geologicheskoe opisaniye* [Geology of the USSR. Vol. 4. Center of European part of USSR. Geological description], Moscow, Nedra Publ., 1971, 742 p. (In Russian)
- Paleogeograficheskie zakonomernosti razvitiya morfolitosistem Russkoj ravniny. Rajonirovanie. Stratigrafija. Geojekologiya* [Paleogeographic patterns of development of the morpholithosystems of the Russian Plain. Zoning. Stratigraphy. Geoecology], N.G. Sudakova, S.S. Faustov (Ed.), Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2013, 95 p. (In Russian)
- Panin A., Matlakhova E. Fluvial chronology in the East European Plain over the last 20 ka and its palaeohydrological implications, *Catena*, 130, 2015, p. 46–61.
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V. Historical background to floodplain morphology: examples from the East European Plain. *Floodplains: Interdisciplinary Approaches*, Geological Society, London, Special Publications, no. 163, 1999, p. 217–229.
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Chernov A.V. Makroizluchiny rusel rek ETS i problemy paleogidrologicheskikh rekonstrukcii [Macromeanders of river channels of the European part of Russia and problems of paleohydrological reconstructions], *Vodnye resursy*, 1992, no. 4, p. 93–96. (In Russian)
- Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Vlasov M.V. Moschnyj pozdnevaldaiskij rechnoj stok v bassejne Dona [High Late Valdai (Vistulian) runoff in the Don River basin], *Izvestiya RAN, Ser. geogr.*, 2013, no. 1, p. 118–129. (In Russian)
- Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K. Method of paleogeographical analogues in paleohydrological reconstructions. *Quaternary International*, 2000, vol. 72, no. 1, p. 95–106.
- Sidorchuk A., Panin A., Borisova O. The Lateglacial and Holocene Palaeohydrology of Northern Eurasia. *Palaeohydrology: Understanding Global Change*, Edited by K.J. Gregory and G. Benito, 2003, John Wiley & Sons, Ltd., p. 61–75.
- Sidorchuk A.Yu., Panin A.V., Borisova O.K. Klimaticheski obuslovlennyye izmeneniya rechnogo stoka na ravninakh severnoy Evrazii v pozdnelednikovye i golotsene [Climate-induced changes in surface runoff on the North Eurasian plains during the Late Glacial and Holocene], *Vodnye resursy*, 2008, vol. 35, no. 4, p. 406–416. (In Russian)
- Sidorchuk A.Yu., Panin A.V., Chernov A.V., Borisova O.K., Kovalyuh N.N. [Late Valdai and Holocene water runoff and river channel morphology on the Russian Plain (according to the paleochannel data)], *Eroziya pochv i ruslovyye processy* [Soil erosion and channel processes], iss. 12, Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 2000, p. 196–230. (In Russian)
- Starkel L. The place of the Vistula river valley in the late Vistulian – early Holocene evolution of the European valleys. European River Activity and Climatic Change During the Lateglacial and Early Holocene. *Palaoklimaforschung/Palaeoclimate Research*, 1995, vol. 14, p. 75–88.
- Vandenbergh J. The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary, *Quaternary International*, 2002, vol. 91, p. 17–23.
- Voskresenskiy S.S., Leontev O.K., Spiridonov A.I., Lukyanova S.A., Ulyanova N.S., Ananov G.S., Andreeva T.S., Varuschenko S.I., Spasskaya I.I. Geomorfologicheskoe rayonirovanie SSSR i prilgayuschiy morey [Geomorphological zoning of the USSR and adjacent seas], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1980, 343 p. (In Russian)
- Web-source
Baza dannyh gosudarstvennyh geologicheskikh kart VSEGEI [Database of State geological maps of VSEGEI], (In Russian) <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (access date 22.01.2020).

Received 16.03.2020

Revised 15.06.2020

Accepted 06.10.2020