

УДК 551.4.036(4-924.8)

Е.А. Еременко¹, А.В. Панин²**ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛОЖБИННОЙ СЕТИ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ³**

Предложена трехуровневая морфологическая типизация ложбинного мезорельефа Восточно-Европейской равнины с разделением ложбин по положению в рельефе (следующие уклону земной поверхности и нейтральные по отношению к современным уклонам), плановым очертаниям (одиночные ложбины, субпараллельные и древовидные ложбинные системы) и месту в современных флювиальных системах (ложбины-истоки и ложбины-притоки современных балок и долин). Выявлено закономерное пространственное изменение структуры ложбинной сети: в юго-восточном направлении растет длина ложбинных мезоформ и сложность ложбинных систем (возрастает порядок центральных ложбин древовидных систем в устьевом створе). В краевой зоне московского оледенения широко распространены ложбины водноледникового генезиса (конец московской ледниковой эпохи). На остальной части территории ложбинный мезорельеф имеет флювиальное происхождение: большинство ложбин представляет собой бывшие эрозионные формы — погребенные склоновыми отложениями верховья и притоки современной долинно-балочной сети. Формирование этой древней, ныне частично погребенной эрозионной сети произошло в ландшафтно-климатических условиях московского позднеледникового, когда глубина и густота эрозионного расчленения повсеместно превышали современные. В холодную валдайскую эпоху верховья древних эрозионных систем были заполнены склоновыми отложениями.

Ключевые слова: эрозионная сеть, ложбины, ложбинный мезорельеф, история развития рельефа, рельеф междуречий, малые эрозионные формы, московская эпоха, валдайская эпоха, позднеледниковье.

Введение. Ложбины играют важную роль в функционировании геоморфологических систем, связывая водосборы и долинно-балочную сеть путем концентрации стока воды и наносов. В пределах Восточно-Европейской равнины распространены ложбины разного размера (макро-, мезо- и микроформы), сходные по морфологии (линейные отрицательные формы рельефа с корытообразным поперечным профилем и нечеткими бровками), но различающиеся по происхождению и времени образования. Наибольшая полигенетичность характерна для ложбин ранга мезорельефа. Эти формы длиной от нескольких сотен метров до нескольких десятков километров могут образовываться под действием широкого спектра геоморфологических процессов в разных ландшафтно-климатических обстановках [8]. Хотя ложбинные мезоформы широко распространены в пределах междуречных пространств, до сих пор структура ложбинной сети и географические закономерности ее изменения оставались слабоизученными. Имеющиеся данные о происхождении и истории развития конкретных ложбин [3, 5, 14] немногочисленны и локальны, что не позволяет — в отсутствие представлений о закономерностях изменения структуры ложбинной сети в разных частях территории — придать им региональное значение. Ложбинную сеть — один из ведущих элементов мор-

фоскульптуры междуречий — до сих пор практически не используют в палеогеоморфологических реконструкциях, в частности в общем контексте развития рельефа Восточно-Европейской равнины.

Особое значение изучение ложбин имеет для рационализации природопользования. Небольшая глубина ложбинных мезоформ и плавность их очертаний позволяют активно использовать поверхности, осложненные ложбинной сетью, в хозяйственной деятельности в качестве пашни, пастбищ и пр. Для разработки схемы рационального использования земельных ресурсов конкретной территории требуется знать механизм образования ложбин и возможные пути их дальнейшего развития в условиях антропогенного вмешательства.

Цель и задачи исследования. Цель исследования — определить происхождение и возраст ложбинного мезорельефа Восточно-Европейской равнины южнее максимальной границы распространения валдайского ледникового покрова. Решали две основные задачи: во-первых, по материалам дистанционного зондирования земной поверхности разрабатывали морфологическую типизацию ложбинного мезорельефа, выявляли основные закономерности его географического распространения и составляли карту районирования территории по типам ложбинного мезорельефа; во-вторых, в пределах каждой выделенной области

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, инж., канд. геогр. н., e-mail: ashmell@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, доц., канд. геогр. н., e-mail: andrey-panin@gambler.ru

³ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-05-00340).

проводили детальное геолого-геоморфологическое исследование типичных ложбинных мезоформ и реконструировали историю их развития.

Методы исследования. Исследование проводили в три этапа — камеральный, полевой и аналитический. На камеральном этапе выполнен анализ топографических карт и космических снимков. В связи с малой глубиной и плавными очертаниями ложбинные мезоформы часто не выражаются в горизонталях на картах крупного масштаба (1:25 000 и 1:10 000). Наиболее пригодны для изучения морфологии конкретных ложбин планы местности в масштабе 1:5 000 и крупнее, покрывающие лишь отдельные небольшие участки территории.

Для изучения закономерностей географического распространения ложбин использованы космические снимки высокого и очень высокого разрешения (1–15 м), на которых плановый рисунок ложбинной сети отражается гораздо подробнее, чем на картах. В рамках исследования анализировались снимки Corona с разрешением около 3 м из архива Геологической службы США (<http://edcns17.cr.usgs.gov>), а также космические снимки ресурса Google Earth Explorer (версия 4.3) с разрешением 14,25 м (LandSat ETM+, 2000 г.) и 2,0 м (Orbview, Quickbird) (<http://earth.google.com>). Вследствие концентрации наносов и влаги, поступающих с поверхности водосбора в дно ложбин, эти формы приобретают более темный фототон и становятся хорошо различимы на космических снимках. В то же время малая глубина и плавность очертаний ложбин делают их практически незаметными в пределах залесенных территорий. Как правило, наиболее отчетливо ложбины выражены на участках, не занятых древесной растительностью, например на пашне и пастбищах.

На полевом этапе проведено исследование геолого-геоморфологического строения ложбинной сети в разных частях территории (на ключевых участках). На каждом из опорных объектов (ложбин) проводился комплекс детальных геолого-геоморфологических работ: тахеометрическая и GPS-съемка, заложение разрезов и скважин по профилям. На аналитическом этапе в лабораторных условиях изучали вещественный состав отложений, выполняющих ложбинные формы: выполнен гранулометрический анализ, привлечены данные спорово-пыльцевого, радиоуглеродного, валового химического и микроморфологического анализов.

Структура ложбинного мезорельефа. По данным анализа космических снимков проведена типизация ложбинного мезорельефа изученной территории. В качестве основного классификационного признака принято положение ложбинных мезоформ в рельефе. Подавляющая часть ложбин следует уклону земной поверхности, т.е. путям стока воды. Эти формы обычно приурочены к верховьям и склонам балок и речных долин. Такие ложбины далее будем называть следующими уклону земной поверхности. В северо-

западной части территории распространены ложбины, простирающиеся которых не совпадает с общими уклонами поверхностей междуречий. Далее такие ложбины будем называть нейтральными к современному уклону поверхности, у этих форм нет выдержанного по всей длине единого уклона дна (в отличие от ложбин, соответствующих уклону поверхности), они приурочены исключительно к междуречьям, где нередко образуют беспорядочную сеть, сливаясь и разбиваясь на рукава.

Ложбинные формы, приуроченные к верховьям и склонам долинно-балочной сети, характеризуются разным строением в плане, т.е. разной пространственной структурой. В пределах изученной территории выявлены три основных типа ложбинной сети: древовидные ложбинные системы (миниатюрный аналог древовидного типа речной сети — выделяются центральная (стволовая) ложбина и ее притоки), сети субпараллельных ложбин и одиночные ложбины. Следует отметить, что независимо от плановых очертаний ложбинного мезорельефа конкретные ложбины, в том числе в составе ложбинных систем, всегда следуют общему уклону поверхности, а их морфометрические параметры (глубина, ширина) увеличиваются сверху вниз по течению (чего не наблюдается у нейтральных ложбин).

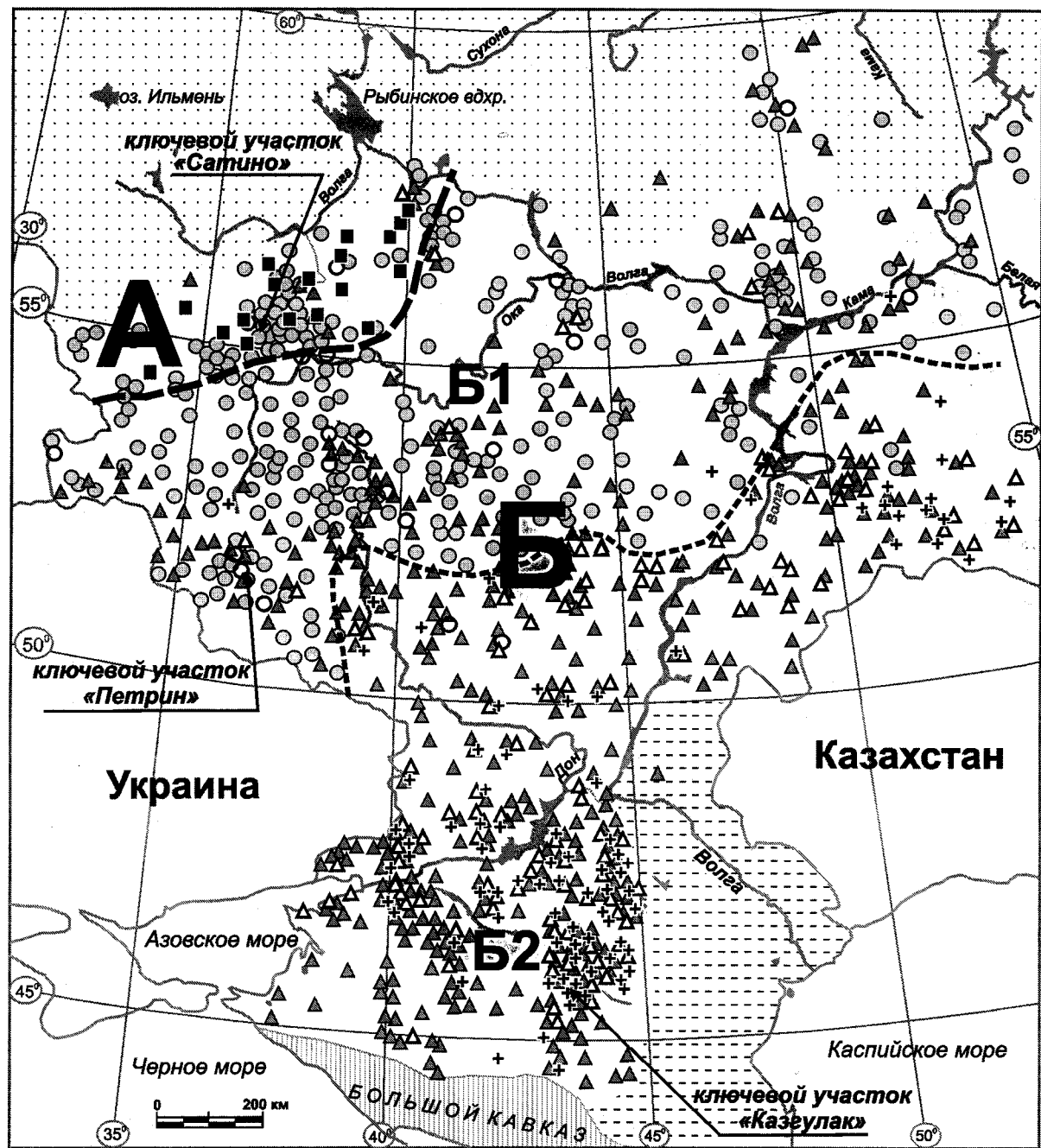
На основе данных анализа космических снимков из ресурса Google Earth Explorer и ГИС-пакета MapInfo 7.5 проведено районирование территории по структуре ложбинного мезорельефа (рис. 1). Основой для проведения границ областей и районов послужило пространственное распространение разных групп и типов ложбинного мезорельефа в соответствии с приведенной выше типизацией. Выявлены следующие закономерности географического распространения ложбинного мезорельефа:

1) ложбинный мезорельеф имеет повсеместное распространение в пределах большей части Восточно-Европейской равнины южнее границ валдайского оледенения, это один из ведущих морфоскульптурных элементов междуречий;

2) наиболее широко распространены ложбины и ложбинные системы, следующие уклону поверхности и приуроченные к верховьям или склонам долинно-балочной сети. Формы, нейтральные по отношению к падению склонов, встречаются лишь в северо-западной части территории — в краевой зоне московского оледенения;

3) выявлен общий тренд изменения структуры ложбинной сети с северо-запада на юго-восток. В этом направлении изменяются доминантные морфологические типы ложбинного мезорельефа (одиночные ложбины постепенно сменяются древовидными системами), а также на порядок увеличиваются длина ложбинных мезоформ и порядок стволых ложбин древовидных систем в нижнем течении;

4) выявлены участки, где густота ложбинной сети на порядок превышает густоту современного



Структура ложбинного мезорельефа:

1. Ложбинные мезоформы, следующие уклону земной поверхности:

a	▲	б	△
		+	
a	○	б	○

1а – древовидные ложбинные системы
(а – истоки; б – притоки)

1б – сети субпараллельных ложбин-притоков

1в – одиночные ложбины
(а – истоки; б – притоки)

■

2. Ложбинные мезоформы, нейтральные по отношению к уклону земной поверхности

Происхождение ложбинного мезорельефа:

Области: А – совместное распространение ложбин водно-ледникового и флювиального генезиса; Б – распространение только флювиальных ложбин (Б1 – районы с преимущественным распространением одиночных ложбин; Б2 – древовидных ложбинных систем)

— — — — — Границы областей

..... Границы районов

--- Ложбинный мезорельеф не выражен на космических снимках

..... Ложбинный мезорельеф маскируется лесной растительностью

Рис. 1. Структура и происхождение ложбинного мезорельефа

долинно-балочного расчленения. К ним относятся, например, возвышенности Общий Сырт и Ергени, где густота сети древовидных ложбинных систем и субпараллельных ложбин достигает нескольких десятков километров на квадратный километр.

Характер пространственного рисунка и приуроченность большей части ложбин и ложбинных систем к верховьям и склонам эрозионной сети позволяют полагать, что изучаемые формы имеют флювиальное происхождение, что подтверждается данными детального геолого-геоморфологического изучения наиболее типичных представителей этих форм на ключевых участках.

История развития ложбинного мезорельефа (на примере ключевых объектов). С использованием данных проведенного нами районирования для более детального геолого-геоморфологического исследования выбраны ключевые участки в разных частях изученной территории (рис. 1). В северо-западной части территории (Калужская область, бассейн р. Протва, краевая зона московского оледенения, ключевой участок «Сатино») изучены ложбины двух выделенных групп: 1) ложбины, следующие уклону земной поверхности и переходящие в малые эрозионные формы (одиночные ложбины-истоки Сенокосная и Каменная); 2) ложбины нейтральные по отношению к распределению уклонов (две ложбины в пределах междуречных пространств).

Полученные данные подтвердили результаты предшествующих исследований [1, 2, 11], согласно которым ложбины, нейтральные к уклонам поверхности рельефа, представляют собой формы водноледникового происхождения времени деградации московского ледникового покрова (конец Q_2). При определении возраста использован метод возрастных рубежей: дно этих ложбин сложено флювиогляциальными песками и супесями, вложенными в виде линз в кровлю московской морены и перекрытыми позднеплейстоценовыми образованиями (микулинские торфы, покровные суглинки).

Одиночные ложбины Сенокосная и Каменная вложены в дно ложбин стока талых ледниковых вод на междуречьях, вниз по течению они плавно переходят в малые эрозионные формы (МЭФ), что подтверждено в ходе детальных полевых исследований. Геологическое строение Сенокосной и Каменной ложбин изучено в трех траншейных разрезах длиной от 15 до 20 м и глубиной до 3 м, а также в 33 скважинах ручного бурения глубиной до 10 м. Скважинами в дне Сенокосной ложбины вскрыта толща заполнения мощностью около 10 м, состоящая из нескольких слоев, в том числе погребенного торфа (рис. 2, А). Полученные фактические данные позволяют сделать вывод, что ранее на месте этой ложбины существовал эрозионный врез, который позднее превратился в современную ложбину вследствие выполнения осадками. Согласно данным спорово-пыльцевого анализа (проведен И.А. Каревской), торф в основании толщи

выполнения имеет микулинский возраст, а перекрывающие песчано-глинистые осадки накапливались в холодных условиях валдайской эпохи.

На основе полученных данных проведена реконструкция истории формирования Сенокосной ложбины. На стадии деградации московского ледникового покрова здесь образовалась ложбина стока талых ледниковых вод. В московское позднеледниковое дно ложбины стока было прорезано крупной эрозионной формой, спускавшейся к долине р. Протва. Вершина вреза находилась вблизи линии местного водораздела, а его глубина достигала 6–8 м. Для микулинского времени отмечена стабилизация вреза, в его дне происходило накопление толщи торфа. Активизация склонового сноса в валдайское время (солифлюкция, делювиальные процессы) привела к заполнению вреза склоновыми отложениями. В начале заполнения основным источником материала служили крутые склоны вреза, сложенные флювиогляциальными песками, а на завершающей стадии — сложенные московской мореной и покровными суглинками и обращенные к ложбине склоны междуречья. Вследствие заполнения осадками врез с V-образным поперечным профилем трансформировался в ложбину. В позднеледниковое и в голоцене произошло повторное продвижение по ложбине регрессивно растущей эрозионной формы — Сенокосной балки. Однако вершина балки, даже в условиях современной распашки водосбора, не достигла вершины древнего погребенного вреза.

Расположенная в пределах того же междуречного пространства ложбина Каменная имеет принципиально иное строение дна. Здесь нет мощного заполнения и свидетельств переуглубления в прошлом: дно и склоны ложбины сложены московской мореной и перекрыты плащом покровных суглинков (рис. 2, Б). Непосредственно в створе тальвега ложбины под покровными суглинками залегает маломощная линза перлювия. На основе фактических данных можно заключить, что ложбина Каменная образовалась на склоне, сложенном московской мореной, в результате совокупного действия процессов линейной эрозии и склонового сноса в довалдайское время и изначально имела корытообразный поперечный профиль и нечеткие бровки (ложбинную морфологию). В валдайское время на склонах ложбины и на ее дне сформировалась толща покровных суглинков.

Таким образом, одиночные Каменную и Сенокосную ложбины по генезису можно считать флювиальными формами, так как их основные черты (линейность, наличие уклона дна) созданы деятельностью линейной эрозии.

В центральной части Восточно-Европейской равнины детально изучено строение ложбинного мезорельефа в пределах Среднерусской возвышенности. В качестве ключевого объекта исследована типичная для района одиночная ложбина Петринская (Курская область, бассейн р. Млодать, ключевой участок «Пе-

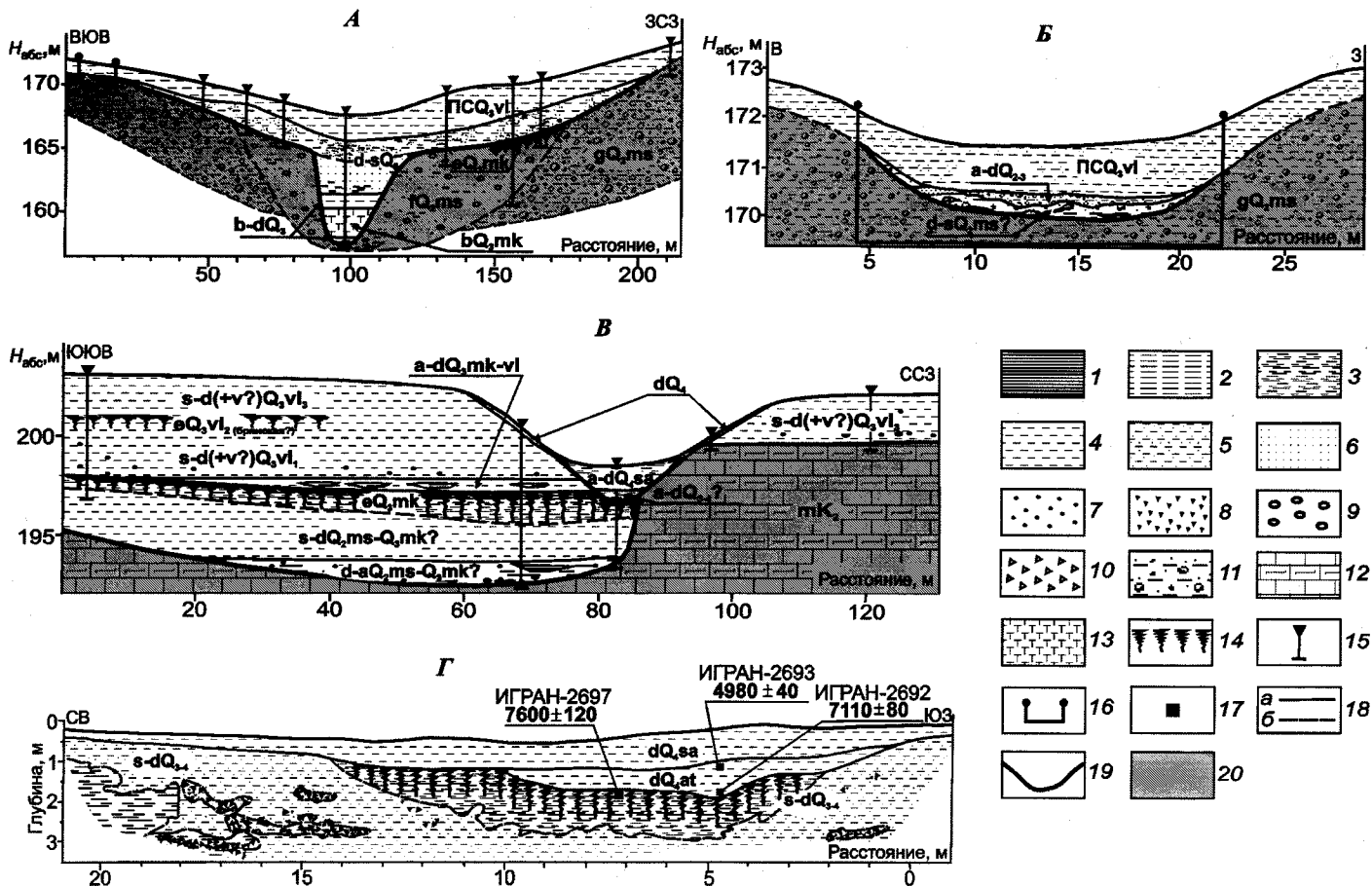


Рис. 2. Поперечные геолого-геоморфологические профили ложбинных мезоформ ключевых участков: А — ложбина Сенокосная; Б — ложбина Каменная; В — ложбина Петринская; Г — ложбина Казгулакская.

Литологический состав отложений: 1 — глина, 2 — суглинок пылеватый (алевритистый), 3 — тяжелый суглинок, 4 — средний суглинок, 5 — легкий суглинок и супесь, 6 — песок, 7 — гравий, 8 — дрова, 9 — галька, 10 — щебень, 11 — валунный суглинок (морена); 12 — мел; 13 — торф; 14 — погребенные почвы; 15 — скважины ручного бурения; 16 — траншейные разрезы; 17 — радиоуглеродные датировки; 18 — геологические границы (а — четкие; б — нечеткие); 19 — разновозрастные отложения, вмещающие древние погребенные врезы; 20 — подошва отложений ложбинного заполнения. Генезис отложений: а — аллювиальные, б — биогенные, д — делювиальные, s — солифлюкционные, г — ледниковые, v — эоловые, ПС — покровные суглинки. Возраст отложений: Q₄ — голоценовый (Q_{4sa} — субатлантический, Q_{4at} — атлантический) (ИКС 1); Q_{3vl₃} — позднплейстоценовый поздневалдайский (ИКС 2); Q_{3vl₂} — позднплейстоценовый средневалдайский (ИКС 3); Q_{3vl₁} — позднплейстоценовый ранневалдайский (ИКС 4-5d); Q_{3mk} — позднплейстоценовый микулинский (ИКС 5e); Q_{2ms} — среднеплейстоценовый московский (ИКС 6); K₂ — позднемеоловый

трин») (рис. 1). Геологическое строение дна и склонов ложбины изучено в разрезах и посредством ручного бурения по профилям (17 разрезов, 45 скважин).

Установлено, что ложбина Петринская представляет собой результат заполнения склоновыми отложениями небольшого оврага с V-образным поперечным профилем и глубиной около 6 м (рис. 2, В). Овраг в свою очередь унаследовал положение более развитой формы — балки, которая в настоящее время полностью погребена. В толще заполнения балки вскрыта мощная погребенная почва, обнаруживающая морфологическое сходство с почвами мезинского комплекса (микулинское время — начало валдая, по [6]), которые характеризуются хорошей сохранностью именно в дне погребенных МЭФ региона [14].

На основе полученного материала восстановлена история образования Петринской ложбины. Формирование древнего балочного вреза относится к домикулинскому времени (по-видимому, к московскому позднеледниковью). За этапом активного ре-

грессивного роста балки последовал этап частичного заполнения ее дна: на ранней стадии — делювиально-аллювиальными отложениями, позднее — продуктами делювиально-солифлюкционного сноса. В микулинское время дно балки находилось на стадии стабилизации, о чем свидетельствует присутствие в разрезе полноразвитой ископаемой почвы. Активизация склоновых процессов (в первую очередь солифлюкции и делювиального сноса) в валдайское время привела к полному погребению балки. После непродолжительного этапа стабилизации (видимо, в брянское время) накопление делювиально-солифлюкционных суглинков на склоне продолжилось в позднем валдае. На рубеже позднего плейстоцена и голоцена (скорее всего в позднеледниковье) на склоне вновь образовалась малая эрозионная форма, тальвег которой оказался несколько смещен относительно тальвега погребенной балки. За стадией активизации линейной эрозии последовала стадия частичного заполнения вреза (поперечный профиль трансформировался из

V-образного в U-образный). Антропогенное освоение территории, сопровождавшееся распашкой водосбора, стимулировало продолжение заполнения вреза, трансформацию его поперечного профиля в корытообразный и формирование современного облика ложбины.

Согласно полученным результатам, Петринскую ложбину следует относить к формам флювиального происхождения. Наши данные, а также реконструкции [3, 12, 13] позволяют полагать, что в истории развития флювиальной сети региона были этапы, в том числе в конце московской ледниковой эпохи, когда глубина и густота эрозионного расчленения территории существенно превышали современные.

В южной части Восточно-Европейской равнины изучено строение ложбинного мезорельефа в северо-восточной части Ставропольской возвышенности (Ставропольский край, бассейн р. Айгурка, ключевой участок «Казгулак») (рис. 1). Ключевой объект — ложбина Казгулакская — представляет собой центральную (стволовую) ложбину древовидной ложбинной системы, приуроченной к верховью крупной балки. Геологическое строение дна ложбины изучали в траншейном разрезе, оно показано на рис. 2, Г. В дне ложбины вскрыта суглинистая толща заполнения видимой мощностью 3,5 м. На основе полевых и лабораторных данных (в том числе радиоуглеродного датирования гумуса погребенных почв) реконструирована история развития ложбины. В довалдайское время на месте ложбины находилась эрозионная форма глубиной более 3,5 м (подошва заполнения этой формы в траншейном разрезе не вскрыта). В валдайское время этот глубокий врез был заполнен лёссовидными суглинками в результате деятельности склоновых процессов при ведущей роли солифлюкции (врез трансформировался в ложбину).

Не позднее 7600 ± 120 ^{14}C лет назад (л.н.) морфология ложбины уже была сходна с современной, заполнение дна формы прекратилось, и в нем сформировалась мощная черноземовидная почва. В начале среднего голоцена между 7600 ± 120 ^{14}C л.н. (ИГАН-2697) и 7110 ± 80 ^{14}C л.н. (ИГАН-2692) произошла активизация линейной эрозии в дне ложбины (скорее всего, кратковременная), верхняя часть раннеголоценовой ископаемой почвы была смыта, и на ее размытой поверхности отложился делювий. Конец среднего—поздний голоцен (после 4980 ± 40 ^{14}C л.н. (ИГАН-2693)) — еще одна фаза заполнения дна ложбины продуктами эрозии с прилегающих склонов. Распашка водосбора ложбины около 100–150 л.н. привела к активизации заполнения ее дна делювиальными отложениями — продуктами эрозии почв с прилегающих склонов; мощность слоя агрогенного делювия составляет около 1 м.

Таким образом, установлено, что Казгулакская ложбина сформировалась вследствие направленного поэтапного заполнения древнего (позднеплейстоценового) эрозионного вреза склоновыми отложениями.

По результатам текстурного и гранулометрического анализа установлено, что в валдайскую эпоху заполнение происходило при активном участии процесса солифлюкции, а в голоцене ведущую роль играли процессы делювиальной аккумуляции.

Обсуждение результатов. Ложбинный мезорельеф центральных и южных районов Восточно-Европейской равнины морфологически разнообразен и включает формы разного генезиса, образованные на разных стадиях развития рельефа территории. В северо-западной части территории (рис. 1, область А) распространены позднемосковские ложбины водно-ледникового происхождения и флювиальные ложбины, морфологический облик которых в общих чертах окончательно оформился в валдайскую эпоху позднего плейстоцена. Далее к югу (рис. 1, область Б) ложбинный мезорельеф представлен преимущественно формами флювиального происхождения. Главными аргументами в пользу флювиального происхождения служат следование ложбин уклону земной поверхности, их системная организация (увеличение размера и порядка формы вниз по течению), плавный переход в малые эрозионные формы и наличие погребенных эрозионных врезов в толщах заполнения в дне ложбин. При этом не исключено, что на рисунок ложбинной сети местами влияли элементы криогенной морфоскульптуры — пути эрозионного освоения междуречных пространств могли следовать межблоковым понижениям полигонального рельефа, как это отмечено для современной линейной эрозии на пахотных землях [6].

Основные этапы формирования флювиальных ложбин оказались сходными для форм, расположенных в разных частях территории. Установлено, что значительная часть флювиальных ложбин представляет собой денудационно-аккумулятивные формы — результат заполнения склоновыми отложениями древних (в основном позднемосковских) эрозионных врезов. К настоящему времени для ряда объектов имеются данные, согласно которым в довалдайское время глубина эрозионного расчленения территории существенно превышала современную [3–5, 7, 13, 14, 10]. Эти данные дополнены результатами исследования ключевых участков. Из них следует, что наблюдаемая в настоящее время сеть флювиальных ложбин отражает два следующих основных этапа изменения густоты и глубины эрозионного расчленения территории:

1) этап активизации линейной эрозии в московское позднеледниковье (конец Q_2), результатом которого стало формирование сети МЭФ, густота и глубина которой существенно превышали современные;

2) этап активизации склоновых процессов в валдайское время (Q_3^{2-4}), когда ранее образованные эрозионные врезы были частично или полностью заполнены делювиальными и солифлюкционными отложениями. Именно к концу этого этапа сформиро-

вались основные черты наблюдаемого флювиального ложбинного мезорельефа территории.

В конце позднего валдая активизация линейной эрозии привела к углублению малых эрозионных форм и продвижению их верховьев по ложбинной сети [9]. Однако верховья балочной сети далеко не достигают вершин позднемосковских погребенных врезов. Не продвигается так далеко в глубь междуречий и линейная эрозионная сеть, вызванная современным антропогенным воздействием — распашкой водосборов.

Изменение структуры флювиального ложбинного мезорельефа с северо-запада на юго-восток отражает увеличение степени засушливости климата в позднеледниковье и голоцене. Густота ложбинной сети увеличивается с северо-запада на юго-восток, в то время как густота долинно-балочной и овражной сети в этом направлении, напротив, снижается [12]. Выявленная закономерность может свидетельствовать о том, что во время заложения эрозионных врезов, которые позже вследствие заполнения трансформировались в ложбины, контрастность климатических условий рельефообразования на изучаемой территории была существенно ниже.

Заключение. Установлено, что ложбинные сети представляют собой один из ведущих элементов морфоскульптуры, осложняющих рельеф между-

речий в центральных и южных районах Восточно-Европейской равнины. Ложбинные мезоформы водно-ледникового происхождения сохранились в рельефе лишь в пределах краевой зоны московского оледенения. Ложбинная сеть на большей части остальной территории представлена формами флювиального генезиса. Значительная часть ложбинных систем представляет собой древние верховья и притоки наблюдаемой в настоящее время долинно-балочной сети, углублявшиеся в конце среднего плейстоцена (московское позднеледниковье) и частично погребенные склоновыми отложениями в валдайскую холодную эпоху позднего плейстоцена. В условиях московского позднеледниковья верховья эрозионных систем продвигались в глубь междуречий значительно дальше, чем в настоящее время. Это свидетельствует о принципиальной возможности активизации линейной эрозии вплоть до образования своеобразных равнинных «бедлендов».

При создании благоприятных для эрозии условий в результате сведения естественной растительности на водосборах в комбинации с изменениями климата (которые пока слабопредсказуемы) возможно «оживление» ныне частично погребенной древней эрозионной сети. Это может выразиться в регрессивном росте малых эрозионных форм и продвижении их вершин по ложбинам к линиям водораздела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов С.И. Описание скважин и разрезов Саитинского учебного полигона / Под ред. С.И. Болысова. М., 1988.
2. Антонов С.И. Изменение морфологии мезорельефа междуречий центральных районов Русской равнины в плейстоцене // Морфология рельефа / Под ред. Д.А. Тимофеева, Г.Ф. Уфимцева. М.: Научный мир, 2004. С. 123–134.
3. Беляев Ю.Р., Григорьева Т.М., Сычева С.А., Шеремецкая Е.Д. Развитие балочных верховий центра Среднерусской возвышенности в конце среднего-позднем плейстоцене // Геоморфология. 2008. № 1. С. 43–55.
4. Бутаков Г.П. Плейстоценовый перигляциал на востоке Русской равнины. Казань, Изд-во КазГУ, 1986. 143 с.
5. Бутаков Г.П., Ермолаев О.П., Мозжерин В.И. и др. Формы проявления эрозионно-аккумулятивных процессов на малых речных водосборах // Эрозионные и русловые процессы. Вып. 3. М.: Изд-во МГУ, 1991. С. 19–43.
6. Величко А.А., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М.: Наука, 1996. 150 с.
7. Герасимов И.П. Геоморфологические наблюдения в Центрально-Лесном заповеднике. Фонды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. М., 1939. 29 с.
8. Еременко Е.А. Морфогенетическая классификация ложбин // Естеств. и техн. науки. 2008. № 6. С. 202–207.
9. Панин А.В. Флювиальные процессы и формы рельефа // География, общество и окружающая среда. Т. 1. Структура, динамика и эволюция природных геосистем / Под ред. В.Н.Конищева, Г.А.Сафьянова. М.: Городец, 2004. С. 74–107.
10. Панин А.В., Еременко Е.А., Беляев Ю.Р., Ковда И.В. Позднеплейстоценовая эрозионная сеть на северо-востоке Ставрополя // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны. Ростов-на-Дону, ЮНЦ РАН, 2006. С. 126–130.
11. Рычагов Г.И. Геолого-геоморфологическое строение и история развития рельефа // Общегеографическая практика в Подмосковье. М., 2007. С. 30–81.
12. Спиридонов А.И. Геоморфология европейской части СССР. М.: Высшая школа, 1978. 333 с.
13. Сычева С.А. Эволюция балочной системы в климатическом ритме «оледенение–межледниковье–оледенение» // Геоморфология. 1997. № 2. С. 100–111.
14. Сычева С.А. Эволюция московско-валдайских палеоврезов междуречий Среднерусской возвышенности // Там же. 2003. № 3. С. 76–91.

E.A. Yeremenko, A.V. Panin

GENESIS OF LINEAR DEPRESSIONS NETWORK IN THE CENTRAL AND SOUTHERN REGIONS OF THE EAST-EUROPEAN PLAIN

A three-level morphological typology of linear depression mesorelief is suggested. Linear depressions are grouped according to their topographic position, planimetric configuration and their role in the present-day fluvial systems. Regular spatial changes of the structure of linear depressions network were revealed: the length of appropriate mesoforms and the complexity of linear depressions systems increase towards the south-east. In the edge zone of the Moscow Ice Age glaciation fluvioglacial linear depressions are particularly widespread (the end of the Moscow Ice Age). Linear depression mesorelief of the rest of the territory is of fluvial genesis: most of the linear depressions are the ancient erosion forms, i.e. upper parts and tributaries of the present-day valley-and-balkas network buried by slope sediments. The erosion systems were formed under landscape and climatic conditions of the Late Moscow Ice Age when the depth and density of erosion dissection generally exceed the present-day values. During the cold Valdai Ice Age upper parts of the erosion network were filled up with slope sediments.

Key words: erosion network, linear depression mesorelief, history of relief evolution, watershed relief, small erosion forms, the Moscow Ice Age, the Valdai Ice Age, the Late Ice Age.