

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российский государственный педагогический
университет им. А. И. Герцена

Факультет географии

Кафедра геологии и геоэкологии

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ,
ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

коллективная монография

XXI

Санкт-Петербург
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена
2023

ББК 26.0,021

Г 36

*Печатается по рекомендации
кафедры геологии и геоэкологии
РГПУ им. А.И. Герцена*

Г 36

Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XXI / Под ред. Е.М. Нестерова. – Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. – 120 с.

ISBN

Авторы: Аладин Н.В., Бирюкова П.А., Бондарев В.П., Будников О.А., Вахрушева А.М., Горбунова А.В., Грибов Д.А., Губина Е.И., Зарина Л.М., Зеленковский П.С., Зюкин А.В., Иванов Д.Л., Казачёнок Н.Н., Камолинкова М.В., Карлович И.А., Каюкова Е.П., Киселев Г.Н., Кисленко А.А., Корнева А.В., Кузнецов А.В., Кулик С.Я., Мирошкина А.Е., Михеева Ю.А., Нестеров Е.М., Овчинников В.П., Овчинникова А.В., Палий Д.А., Пальтиель Л. Р., Плотников И.С., Подлипский И.И., Понамарчук Т.В., Понимасов О.Е., Пузык М.В., Радомысльский М.С., Савин А.В., Сиваченко И.Б., Смуров А.О., Соколов А.В., Тиличко Д.Ю., Хохряков В.Р., Цинкобурова М.Г.

Коллективная монография, подготовленная по материалам XXI Международного семинара «Геология, геоэкология, эволюционная география», посвящена проблемам отношений окружающей среды и общества. Адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

ISBN

© Коллектив авторов, 2023

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена,

2023

РЕЛИКТОВЫЙ ЭОЛОВЫЙ РЕЛЬЕФ В ДОЛИНЕ РЕКИ БЕРЕЗИНА НЕМАНСКАЯ КАК ЭТАЛОН ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Д.Л. Иванов

БГУ, г. Минск, Беларусь, geoivanov@mail.ru

RELICT AEOLIAN RELIEF IN THE VALLEY OF THE BEREZINA NEMANSKAYA RIVER AS A STANDARD OF PERIGLACIAL MORPHOGENESIS ON THE TERRITORY OF BELARUS

D.L. Ivanov

Belarusian State University of Republic of Belarus, St. Minsk

Аннотация. Описан широкий спектр эоловых процессов и форм эолового морфо-генеза в долине реки Березина (Неманская). Рассмотрены условия развития эолового морфо-генеза, особенности размещения и литологический состав эоловых образований, описано разнообразие эоловых форм, особенности их морфологии и морфометрические характеристики. Установлен реликтовый генезис эоловых образований и мощность эоловых отложений. Высокая плотность эоловых образований, широкий спектр представленных эоловых форм и компактность их нахождения на локальном, удобном для изучения участке долины, позволяет рассматривать эти образования как эталонные, при изучения эолового морфо-генеза в долинах перигляциальных областей на территории страны.

Ключевые слова: эоловый рельеф, реликтовые образования, долинные зандры, перигляциальный морфо-генез

Введение

В основу работы положены материала полевых геолого-геоморфологических исследований эоловых отложений во время проведения учебных практик со студентами географического факультета БГУ в долине р. Березина (Неманская). Эоловый рельеф на территории Беларуси не получил широкого распространения. Здесь он является второстепенным, осложняя основные более широко распространенные типы рельефа, и встречается лишь на 1,5 % территории страны [3]. Вместе с тем, эоловый рельеф занимает значительное место среди четвертичных образований в долинах крупных рек в том числе и Зап. Березины, что обусловлено особенностями развития территории в четвертичное время, специфической морфо-генеза и литологии региона. В голоцене эоловые формы начали закрепляться растительностью, их развитие замедлилось и к настоящему времени практически прекратилось. Однако начавшаяся в стране со второй половины XX века активная мелиорация и стремительное потепление климата в регионе неизбежно отразится на специфике и интенсивности рельефообразующих процессов в т.ч. и эолового морфо-генеза, что определяет актуальность изучения этих процессов их направленности, интенсивности и динамики протекания в прошлом.

Регион исследований, объекты и методы

Согласно геоморфологическому районированию, изучаемая территория расположена в области Центрально-Белорусских краевых возвышенностей и гряд, Западно-Белорусской подобласти, на границе геоморфоло-

гических районов: Опшмянской краевой ледниковой возвышенности (на северо-западе), Минской краевой ледниковой возвышенности (на востоке) и Столбцовой моренной равнины (на юге). Особенности геологического развития региона, обусловили разнообразие геологических процессов и многообразие генетических типов и форм рельефа, в том числе и эоловых. В геоморфологическом отношении они представляют собой единый комплекс краевых ледниковых донно-моренных и водно-ледниковых аккумуляций. Последние представлены участком долинного зандра, унаследованного сквозной долиной р. Березина Неманская (рис. 1).

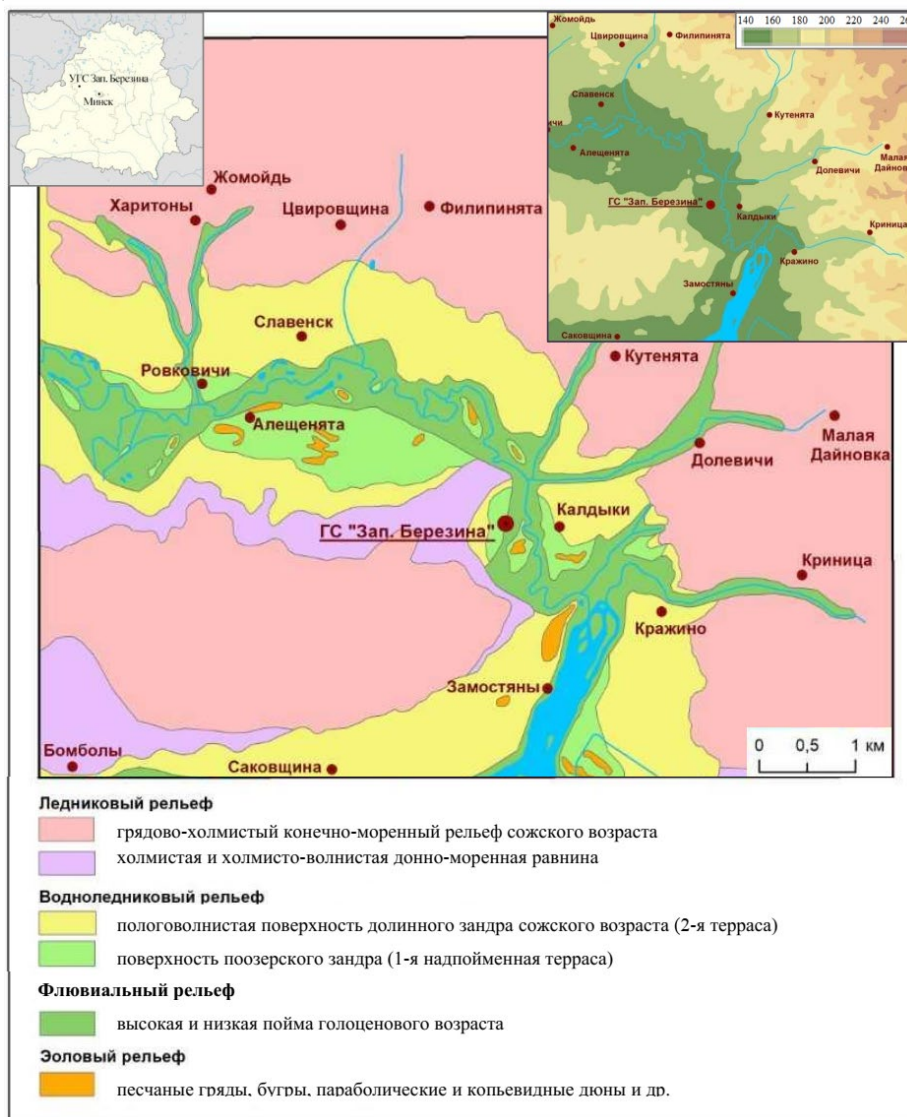


Рисунок 1 – Основные генетические типы рельефа и гипсометрия района исследований

Обсуждение результатов

Долинный зандр представлен двумя гипсометрическими уровнями: первый, более древний – сожского (*московского*) возраста (*sz*), второй, более молодой, - поозерский (*валдайский*). Формирование (*sz*) зандра связано с процессами стагнации сожского ледникового комплекса. Сформировавшиеся конечно-моренные образования преграждали сток талых ледниковых

вод и способствовали формированию Березинского приледникового водоема, расположенного к северу от территории исследований. Быстрый подъем воды, вследствие наполнения приледникового озера, привел к прорыву конечно-моренной гряды и спуску водоема. На участке прорыва сформировался сквозной участок долины реки от д. Городьки до д. Саковщина.

В условиях расчлененного пересеченного конечно-моренного рельефа и отсутствия возможности свободного фронтального стока, водный поток вынужден был петлять в понижениях между краевыми образованиями, формируя линейно вытянутое понижение – долинный зандр. Активная эрозия и размыв конечно-моренного рельефа способствовали активной аккумуляции материала на всем протяжении зандра и выполнению долины прорыва отложениями флювиогляциальных потоков.

Сожский зандр имеет субгоризонтальную слабонаклонную поверхность (относительные колебания высот не более 5 м), занимая абс. высоты 158-160 (162) м, он непосредственно примыкает к склонам конечно-моренных гряд и донно-моренной равнины и представлен сплошной полосой вдоль правого и левого берегов реки, шириной от нескольких метров до сотен метров.

В современном рельефе пологоволнистая, плоская поверхность зандра может рассматриваться как вторая надпойменная терраса. После спуска озера и отступления ледника река стала интенсивно углублять свою долину. Формирование уступа этой террасы происходило в результате эрозионного вреза русла потока, обусловленного гляциоизостатическими поднятиями, последовавшими за деградацией ледника. В муравинское время происходит дальнейшее и углубление днища долины, и заполнение его аллювием.

Формирование *поозерского зандра* связано с последним одноименным оледенением. Во время дегляциации поозерского ледника по долине стекали талые воды из Нарочано-Вилейского приледникового озера [3]. Результатом их деятельности явилась толща отложений перигляциального (холодного) аллювия, которая перекрыла аллювиальные отложения муравинского (*микулинского*) времени, сформировав поверхность молодого зандра отчасти врезанного, отчасти прислоненного к бортам сожского зандра.

Площадка зандра имеет ширину от нескольких до 200 и более м, возвышается над поймой на 1,5-2 м и тянется вдоль поймы параллельными полосами, местами выклиниваясь и занимая абс. высоты от 156 до 158 м. Поскольку в субгоризонтальную поверхность зандра, выполненную флювиогляциальными отложениями (перигляциальным аллювием), врезается пойма, он рассматривается как первая надпойменная поозерская терраса.

После деградации поозерского ледника, произошло изостатическое поднятие территории, в которое была вовлечена полоса шириной 50 – 100 км, примыкавшая к границам поозерского оледенения с юга, что привело к формированию уступа первой надпойменной террасы и началу формирования поймы.

Врезание современного дна долины в поверхность зандра и формирование поймы, привело к расчленению его поверхности и образованию большого количества фрагментов в виде отдельных эрозионных останцов (рис. 2), которые встречаются на правобережной и отчасти – левобережной пойме. Поверхность этих фрагментов по гипсометрии сопоставима с высотой площадки первой террасы, окаймляющей пойму.

Таким образом, в строении долины участвуют как аллювиальные голоценовые отложения поймы, так и перигляциально-аллювиальные первой надпойменной террасы поозерского возраста; вторая терраса и склоны коренного берега выполнены водно-ледниковыми и ледниковыми образованиями сожского ледникового комплекса.

Эоловые формы рельефа широко распространены в пределах долины. Они сформировались на поверхности песчаных флювиогляциальных и перигляциально-аллювиальных образований. Практически все аккумулятивные участки террас имеют эоловую покрывку, которая подстилается сортированным перигляциальным поозерским аллювием.

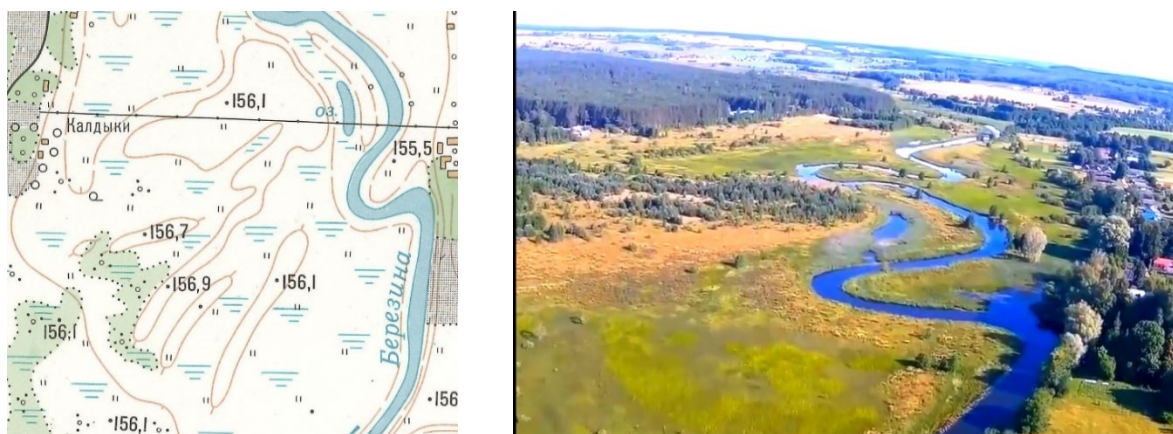


Рисунок 2 – Фрагменты поозерского зандра (в правобережной пойме)

Эоловые образования распространены преимущественно в правобережной части долины, занимая не только прилегающие к пойме аккумулятивные участки площадки поозерского зандра (первой террасы) но и все эрозионные останцы (фрагменты поозерского зандра) в пойме, что подтверждает аутентичность их первоначального генезиса с первой террасой. Значительно реже эоловые образования представлены на участках второй надпойменной террасы (сожского зандра) рис. 3.

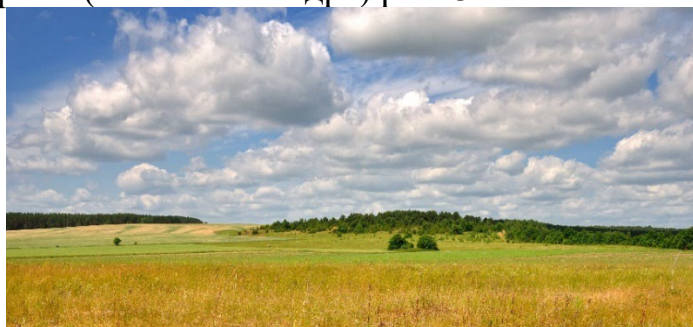


Рисунок 3 – Эоловая гряда на площадке 2 террасы

Активное протекание эоловых процессов в долине проходило в перигляциальных условиях позднего плейстоцена при холодном сухом климате, за счет переувлажнения перигляциального (холодного) аллювия поозерского возраста, слагающего первую надпойменную террасу реки, реже – флювиогляциальных пород времени отступления сожского ледника, выполняющих долину прорыва талых вод (сожский зандр). Особенно активно эоловый морфогенез протекал после деградации поозерского ледника, в результате чего произошло изостатическое поднятие территории, формирование уступа первой надпойменной террасы и иссушение террасового перигляциального аллювия.

В долине Зап. Березины эоловые образования представлены как положительными аккумулятивными, так и эрозионными отрицательными формами рельефа и включают: песчаные гряды, бугры и холмы, параболические и копьевидные дюны, дефляционные котловины.

Положительные формы обычно вытянуты с севера-запада на юго-восток вдоль субширотно расположенных участков долины, реже протягиваются поперек нее, внутри крупных излучин образуют системы веерообразно расходящихся грив и гряд, нередко подрезаемых активно меандрирующим руслом реки.

Эоловые гряды представлены отдельными фрагментами первой надпойменной террасы (поозерского зандра), сохранившейся в пойме после очередного врезания уже поймы в поверхность зандра после дегляциации поозерского ледника. Нередко они образуют группы из 2-3 гряд, ориентированных параллельно руслу, с расстоянием между гребнями 30-70 м. Характеризуются вытянутой формой, длина (70 – 500 м) более чем двукратно превышает ширину (30-200 м), а высота составляет 2-4 м.

На местности такие образования легко диагностируются визуально по возвышениям в пойме и ксерофитной растительности (рис.4) с обилием хрустящих под ногами лишайников, редких сосен и можжевельника. Угнетенный разреженный и не всегда сомкнутый травяной покров (очиток едкий, букашечник, щучка и др.) в значительной степени является результатом антропогенного воздействия в течение позднего голоцена [4].

Поверхность некоторых гряд часто осложнена одиночными *буграми* (диаметром до 20 м и высотой до 2 м) или системой параллельно вытянутых валов, создающих волнисто-грядовой рельеф на их поверхности. Валы длиной до 150 м и шириной до 50 м простираются вдоль гряды, возвышаясь над ее поверхностью до 1 м. Как правило, эоловые бугры и валы наблюдаются в центральной части крупных гряд.

Эоловые бугры и холмы в плане обладают округлой реже – удлинённой формой. Диаметр их подошвы варьирует от 50-75 до 100-170 м, высота достигает 1-2 м. Наряду с поверхностью крупных эоловых гряд, они зачастую размещаются на фрагментах первой надпойменной террасы (эрози-

онных останцах), иногда прислонены к уступам коренного берега, возвышаясь над поверхностью на 0,5 - 1,0 м.



Рисунок 4 - Эоловая гряда с характерным разреженным растительным покровом

Такие особенности рельефа гряд по мнению [1], свидетельствуют о двух стадиях формирования: вначале эоловая переработка создала своего рода эоловый чехол и крупные песчаные гряды, а затем их поверхность была осложнена более мелкими формами – буграми и валами.

Дюны чаще характерны для площадки первой надпойменной террасы, встречаются в правобережной пойме на эрозионных останцах, которые, судя по разрезам, ни разу не затоплялись в половодье. Очертания дюн, особенно их крылья, сильно размыты и вытянуты с северо-запада на юго-восток, выпуклая сторона вершины чаще обращена на юг (юго-восток). Форма дюн асимметрична в профиле и плане. Крутизна вершинной части наветренного склона составляет $5\div 10^\circ$, подветренного - $10\div 35^\circ$. Очертания крыльев дюн часто отличаются по длине, ширине и выраженности.

Параболические дюны в пределах первой надпойменной террасы правобережной части долины севернее учебно-географической станции «Западная

Березина», имеют длину до 420 м, ширину до 170 м и высоту до 2 м. Крутизна их наветренного склона составляет около 5° , подветренного – до 10° .

Копьевидные дюны чаще распространены на субшироко ориентированных участках долины. Они примыкают к ее бортам и участкам площадки сожского зандра, значительно возвышаясь над его поверхностью. Наиболее крупная из них находится в левобережной части долины близ южной окраины д. Калдыки (рис. 5). Однако, эта территория и весь регион в целом на протяжении ряда столетий активно подвергалась техногенно-агрохозяйственному воздействию, начавшемуся в позднем голоцене [5]. Поэтому очертания дюны, особенно ее крылья, сильно размыты и трансформированы. Вполне возможно, что это трансформированный остаток параболической дюны. Ее северо-западное крыло (длиной 250 м и шириной 35 м) существенно сивелировано, отчасти находится под пашней, и сильно вытянуто, юго-восточное (длиной 125 м и шириной 55 м) – с юго-запада на северо-восток; крылья сходятся под углом 45° , образуя вершину протяженностью (от точки смыкания крыльев) 85 м. В рельефе эта дюна выражена ярче остальных: ее высота достигает 3,5 м, крутизна наветренного склона 10° , а подветренного 35° .

Дефляционные котловины в рельефе выражены слабо, они приурочены к западным, северо-западным окраинам эоловых гряд и дюн. Конфигурация котловин округлая или удлиненная, поверхность полого-вогнутая. Их видимый объем всегда меньше объема близлежащих аккумулятивных эоловых форм. Расстояние между областями дефляции и аккумуляции было небольшим, что подтверждают низкая сортировка песков, обилие глинистых частиц и неустойчивых минералов.

В геологическом плане практически все эоловые аккумуляции выполнены буровато-палевыми песками мелко- и тонкозернистой структуры. Различаются лишь мощность и фациальная принадлежность подстилающих пород. Максимальная мощность эоловых отложений достигает 2,3 м на поверхности сожского зандра (дюна на окраине д. Калдыки рис. 5). Снизу они подстилаются флювиогляциальными отложениями сожского времени (fg Psž), выполняющими долину прорыва талых ледниковых вод. Наличие морозобойных трещин свидетельствует о перигляциальных условиях эоловой седиментации на заключительной стадии поозерского оледенения.

При формировании эоловых песков происходит наследование свойств первичных типов отложений [2]. Выраженность первичных признаков проявляется в наследовании гранулометрического и минералогического состава. По сортировке песчаного материала в разрезе эоловые образования неоднородны. Наиболее сортированные разности приурочены к центру разрезов, в кровле повышается содержание крупных обломков (см. рис. 5). К низу – увеличивается присутствие мелкопесчаной, алевритовой и глинистых фракций, что может свидетельствовать: 1) об изменении ветровой динамики: на начальном этапе господствовали устойчивые ветры, затем – порывистые, что весьма возможно при условии ро-

ста температуры воздуха; 2) о повышении миграционной подвижности перевеваемых песков по мере изостатического поднятия территории и высыхания перигляциального аллювия [1].



Рисунок 5 - Разрез копьевидной дюны на южной окраине д. Калдыки

Эоловые образования, распространенные на поверхности первой надпойменной террасы и фрагментов поозерского зандра в пойме, подстилаются перигляциальным (холодным) хорошо промытым аллювием поозерского горизонта (*alt IIIpz*) с отсутствием какой-либо органики. Это еще раз подтверждает, что генетически фрагменты грив в пойме являются фрагментами поозерского зандра, а развитие эоловых процессов протекало в позднепоозерское – позднеледниковое время.

Древнеаллювиальные (перигляциальные) пески явились основным исходным материалом для формирования эоловых отложений, поскольку имеют сходные с ними литолого-минералогические характеристики: цвет, степень сортировки и окатанности, морфологический облик и минеральный состав. Участие современного пойменного аллювия в формировании эоловых форм данными литолого-минералогическими исследованиями не подтверждается [1]. Поэтому все эоловые холмы и гряды, развитые в пределах поймы Березины, приуроченные к эрозионным останцам в долине и на склонах площадок террас, следует считать реликтовыми.

В голоцене эоловые формы начали закрепляться растительностью [5], их развитие замедлилось и к настоящему времени практически прекратилось. Незначительные проявления эолового морфогенеза отмечаются лишь на небольших по площади антропогенно нарушенных участках эрозионных фрагментов поозерской террасы в пойме. Здесь при интенсивном выпасе домашнего скота в условиях разреженного, а порою и не сомкнутого травянистого покрова, отмечается перевевание песчаного субстрата.

Выводы

1. Эоловые образования в долине р. Березина (Неманская) представлены широким спектром преимущественно аккумулятивных форм.

2. В геоморфологическом плане эоловые образования осложняют поверхность площадок террас (*sz-pz*), представленных долинными зандрами,

образуя в ряде случаев сплошную эоловую покрывку и полностью выполняют фрагменты эрозионных останцов поозерской террасы в пойме реки.

3. Наиболее активно эоловый морфогенез протекал в позднем плейстоцене за счет перевевания холодного перигляциального поозерского аллювия, слагающего первую надпойменную террасу р. Березина, реже – флювиогляциальных пород времени отступления сожского ледника, выполняющих сквозную долину.

4. Мощность эоловых отложений, поскольку они развиваются на осадках другого генезиса и затрагивают только верхнюю часть рыхлых накоплений, обычно не велика и измеряется первыми метрами

5. Поскольку современный пойменный аллювий в формировании эоловых форм участия не принимал и эоловые образования эрозионных останцов в долине им не подстилаются и современными аллювиальными процессами не затрагиваются, поэтому все эоловые образования в пределах долины следует считать реликтовыми.

6. Высокая плотность эоловых образований, широкий спектр представленных эоловых форм и компактность их нахождения, позволяет рассматривать эти образования как эталонные, при изучении эолового морфогенеза в долинах перигляциальных областей на территории страны.

Литература

[1] Кухарчик Ю.В., Мурашко Л.И. Эоловый морфогенез перигляциальных областей на примере полигона геостанции «Западная Березина» // Вестник БГУ. Сер. 2. 2013. № 2. – С. 65-70.

[2] Лукашев В.К. Палеогеографические условия дюнообразования в Полесье // Доклады АН БССР, 1963, т. VII, №5. – С. 334-338.

[3] Матвеев А.В. История формирования рельефа Беларуси – Мн.: Навука і тэхніка. 1990. –144с.

[4] Иванов Д.Л. Трансформация экосистем особо охраняемых природных территорий Беларуси по отношению к их эталонному состоянию в оптимуме голоцена // Геология, геоэкология, эволюционная география. Т. XVIII. Коллективная монография. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. – С. 29-33.

[5] Иванов Д.Л. Оценка трансформации приречных биотопов за исторический период по данным изучения видового разнообразия микромаммаллий // Вестник БГУ. –Сер. 2. – 2010. –№3. – С. 63–70.

S u m m a r y. A wide range of eolian processes and forms of eolian morphogenesis in the Berezina (Nemanskaya) river valley is described. The conditions for the development of eolian morphogenesis, the features of the location and lithological composition of eolian formations are considered, the diversity of eolian forms, their morphological features and morphometric characteristics are described. The relict genesis of eolian formations and the thickness of eolian deposits have been established. The high density of eolian formations, a wide range of eolian forms represented, and the compactness of their location in a local, convenient for studying section of the valley, allows us to consider these formations as reference ones when studying the eolian periglacial relief in the country.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аладин Н.В.	10	Мирошкина А.Е.	22
Бирюкова П.А.	43	Михеева Ю.А.	18
Бондарев В.П.	18, 27, 43, 47, 57	Нестеров Е.М.	61
Будников О.А.	120	Овчинников В.П.	37, 100
Вахрушева А.М.	61	Овчинникова А.В.	100
Горбунова А.В.	69	Палий Д.А.	32
Грибов Д.А.	32	Пальтиель Л.Р.	100
Губина Е.И.	57	Плотников И.С.	10
Зарина Л.М.	82	Подлипский И.И.	5
Зеленковский П.С.	69	Понамарчук Т.В.	69, 88
Зюкин А.В.	37	Понимасов О.Е.	37
Иванов Д.Л.	91	Пузык М.В.	61
Казачёнок Н.Н.	75	Радомысльский М.С.	27
Камолинкова М.В.	78	Савин А.В.	116
Карлович И.А.	52	Сиваченко И.Б.	106
Каюкова Е.П.	32, 78	Смуров А.О.	10
Киселев Г.Н.	15	Соколов А.В.	111
Кисленко А.А.	82	Тиличко Д.Ю.	88
Корнева А.В.	47	Хохряков В.Р.	69
Кузнецов А.В.	120	Цинкобурова М.Г.	120
Кулик С.Я.	5		

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ:

Коллективная монография

Том XXI

Научные редакторы: Нестеров Е. М.

Редактор, верстка: Егоров П. И.

Обложка: фото Нестерова Е. М.

Публикуется в авторской редакции.

Подписано в печать 28.05.2023 г. Формат 60/84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. 8 усл. печ. л.

Тираж 500 экз. Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного авторами,
в типографии РГПУ им. А. И. Герцена
Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48