УДК 551.435.136 : 551.248.2 (470)

ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЕЖЛЕДНИКОВЫХ И СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН БАССЕЙНОВ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ДОНА

Г. А. Анциферова, С. Л. Шевырев, А. О. Калашников

Воронежский государственный университет, Россия
Дальневосточный Федеральный Университет, Россия
Геологический институт Кольского НЦ РАН, Россия

Поступила в редакцию 29 ноября 2011 г.

Аннотация: В работе приводится краткий обзор типов межледниковых и современных озерных котловин в бассейнах Верхнего и Среднего Дона. Современные озера региона имеют в основном старичное происхождение. В долине р. Вороны изучены проточно-русловые озера. Прослеживается их связь с особенностями геологического и неотектонического строения территории.

Ключевые слова: Диатомовый анализ, дистанционные материалы, ледниковье, межледниковье, неотектоника, озерные котловины, осадконакопление.

Abstract: The article provides a brief overview of the types of interglacial and modern lake basins in the Upper and Middle Don. Modern lakes of the region are characterized as mainly survived forms of the original river flow. The article presents data on flow-river bed lakes in the valley of the Vorona River. The lakes are influenced by the characteristics of the geological and neotectonic structure of the territory.

Key words: diatom analysis, remote sensing materials, glacial, interglacial, neotectonics, lake basins, sedimentation.

Сложившиеся к настоящему времени представления об истории неоплейстоцена Восточно-Европейской равнины, в том числе о происхождении озер, основаны на работах многих исследователей. При этом трудно переоценить информацию, полученную при изучении геологических разрезов бассейнов Верхнего и Среднего Дона в пределах Окско-Донской низменности и западных склонов Приволжской возвышенности [6, 7, 16]. В них в полной мере отражены климато-ландшафтые перестройки, связанные с чередованием эпох межледниковий и оледенений. В данном регионе прослеживаются основные типы озерных котловин, в которых происходило развитие озер в межледниковые эпохи со времени донского позднеледниковья и до голоцена, а также современные водоемы.

В условиях межледниковий в глубоких котловинах экзарационно-аккумулятивного происхождения, закладывались и начинали развиваться озера. Древнеозерные отложения исследованы с использованием различных аналитических методов. Наиболее полная палеогеографическая информация связана с разрезами, расположенными в краевых зонах оледенений. В условиях позднего ледниковья – раннего межледниковья происходило накопления терригенного материала. Дальнейшее развитие климата и ландшафтов, прослеженное по материалам спорово-пыльцевого и диатомового анализов, обусловливало эволюцию озерных экосистем в соответствии с изменениями соотношений продукционных, деструкционных и аккумулятивных процессов образования органического и минерального вещества. Колоссальный объем гляциальных и флювиогляциальных отложений, отличающихся высокой степенью переработки вследствие механической деятельности ледников и последующих процессов физико-химического выветривания, определяли объем сносимого терригенного материала и мощность озерных осадков. Как источник биогенного вещества, поступающего в межледниковые озера с водосборов, они предопределяли эпохи озерного осадконакопления с повышенным содержанием биогенного кремнезема.

Котловины экзарационно-аккумулятивного происхождения характерны для озер времени раннеоплейстоценового мучкапского, а за предела-

© Анциферова Г.А., Шевырев С.Л., Калашников А.О., 2012

ми региона, – и поздненеоплейстоценового микулинского межледниковий. Им предшествовали эпохи донского и московского оледенений. Примером являются разрезы Тамбов и Польное Лапино в Польнолапинском страторайоне Тамбовской области, разрезы Смелый в Брянской области и Храброво в Северном Подмосковье. Характерные осадки представлены диатомитами, диатомитовыми мергелями. Мощности их составляют от первых метров до первых десятков метров [3, 12].

Межледниковое озерное осадконакопление в пределах территорий, расположенных вне границ распространения предшествующих оледенений происходило в котловинах, приуроченных к понижениям рельефа или связанных с переуглублениями древнеозерных котловин, а также в старичных пойменных озерах. Подобные водоемы развивались в течение отдельных временных отрезков межледниковий, – со времени обводнения котловин и, в зависимости от размеров, по мере их заполнения осадками. В ледниковые окскую, московскую, валдайскую эпохи, данная территория представляла собой перигляциальную криолитозону с соответствующими процессами денудации, транспортировки и аккумуляции вещества. В условиях лихвинского и других межледниковий эти субаэральные толщи являлись источниками биогенов, поступавших в водоемы. Их ограниченные объемы обусловливали отсутствие процессов кремненакопления, или их незначительность. Характерные отложения представлены гиттиями (сапропели), гиттиями диатомитовыми, прослоями торфа. Все они имеют мощности, составляющие первые метры.

Осадконакопление подобного типа происходило в регионе в микулинское межледниковье и в голоцене в старичных водоемах. Известны разрезы на левобережье Дона – у г. Павловска в долине р. Гаврило и у х. Ямань в северной части Кривоборского обрыва. Характерные осадки представлены озерными и озерно-болотными мергелями, алевритами и суглинками, мощности которых, как правило, небольшие.

В свете сложившихся представлений о связи озерного осадконакопления с развитием предшествующих оледенений, ожидаемым является отсутствие в бассейне Дона разрезов лихвинских озерных отложений. Однако, изучение современного осадконакопления в проточно-русловых озерах позволило выявить их в верхней части разреза Незнамовские Выселки в долине р. Черновой (скважина 8, абсолютная отметка устья 165 м, описание Б. В. Глушкова). Толща предположительно озерных отложений вскрыта в интервале глубин 3,3-29,8 м. Ранее она полностью была отнесена нами к мучкапскому времени, с выделением трех этапов развития водоема, хотя и с некоторым сомнением относительно возраста верхней части данного разреза [2].

Изучив осадконакопление в условиях проточно-русловых озер, данную толщу можно подразделить несколько иначе. Накопление диатомитов в интервале глубины 20,4-26 м (этап I) происходило в мучкапское время. Судя по вариациям содержания диатомей обрастаний и планктонных, гидрологический режим был нестабильным, происходили неоднократные резкие изменения уровня воды вплоть до обмеления. Далее в интервале глубин 19,8-4,5 м, где наблюдается чередование глин и суглинков, и который ранее выделялся нами как этап II, следует предположить, что собственно межледникового озерного осадконакопления не происходило. Здесь наблюдаются единичные полуразрушившиеся, переотложенные (?) створки диатомей.

Выше по разрезу в интервале глубин 3,3-4,1 м (этап III) по составу диатомового комплекса водоем можно охарактеризовать как неглубокий, с нестабильным гидрологическим режимом. Наблюдаются диатомеи с толстостенными створками, часто в виде великолепно сохранившихся колоний. Это создает представление об их захоронении в чрезвычайно спокойной обстановке мелководного затона или озеровидного расширения русла реки, практически заросшего водной и водно-погруженной растительностью. Возраст вмещающих отложений определяется как лихвинский, что вполне подтверждается распространением таксонов диатомовых водорослей, характерных для сообществ данного времени.

Современное озерное осадконакопление в регионе связано, главным образом, с пойменными мелководными старичными водоемами. Большой интерес вызывают проточно-русловые озеровидные расширения русла. Они детально изучены в Среднем течении р. Вороны, в пределах природного госзаповедника «Воронинский». Их отличают весьма благоприятные условия для осадконакопления озерного типа. Подтверждением являются сапропелевые осадки мощностью от 1,5 до 3 м, изученные сотрудниками Тамбовского госуниверситета Н. И. Дудником и Б. Е. Петуховым [5]. Важным в представлениях о современных сообществах диатомей является утверждение об их низком видовом разнообразии, и это справедливо для сооб-

ществ, развивающихся в водоемах, находящихся под высоким антропогенным воздействием. Однако для проточно-русловых озер Рамза и Кипец в долине р. Вороны установлено богатое видовое разнообразие сообществ диатомовых водорослей, которое сопоставимо с межледниковыми водоемами ледниковых областей Европы [1].

Существует связь между происхождением озеровидных расширений русел рек и особенностями геологического и неотектонического строения данной территории. О факторах, способствующих их формированию, можно судить на примере Среднего течения р. Вороны от г. Кирсанова до с. Инжавино.

С. А. Шепелевой проведено описание рельефа территории госзаповедника «Воронинский». В районе с. Иноковка (северная часть рассматриваемой территории) абсолютные отметки на водоразделах достигают 200 м, а русло реки располагается на уровне 121-122 м. Вблизи п. Инжавино (южная часть территории) высота водоразделов достигает 180 м, а русло реки имеет отметки 115 м. На правобережье перепады высот на расстоянии от 500 до 1000 м могут составлять до 60-65 м. Для более пологого и низкого левого берега перепады высот составляют только 10-18 м. Как отмечает С. А. Шепелева, крутые (26-28°) склоны долины р. Вороны и ее притоков расчленены оврагами с высокими скоростями прироста вершин и следами плоскостной эрозии [15].

В основании геологических разрезов крутого правобережья долины Вороны залегают пески, трепелы и опоки мелового возраста, пески неогена, вскрываются мощные, до 30 м, толщи раннеонеоплейстоценовых донских ледниковых глин и суглинков и водно-ледниковых песков, супесей и суглинков с валунами и галькой кристаллических пород. Они перекрыты средне- и верхненеоплейстоценовыми лессовидными суглинками и алевритами, супесями. Вдоль левобережья прослеживаются песчаные толщи надпойменных террас.

О происхождении проточно-русловых озер высказывались различные мнения, в том числе в работах Н. И. Дудника и А. В. Славгородского [4, 10]. В первую очередь, авторами обращается внимание на развитие оползневых процессов в бортах долины реки вследствие антропогенного воздействия. Н. И. Дудником, со ссылкой на работы Г. И. Раскатова, приуроченность долины р. Вороны связывается также с Мучкапским тектоническим прогибом и наличием положительных неотектонических структур.

Л. Т. Шевыревым, А. Д. Савко, А. В. Шишовым установлено, что в данном районе фундамент Воронежской антеклизы соответствует восточной периферии крупного Рассказовско-Жердевского тектонического блока с повышенной до более 55 км мощностью земной коры [13].

Г. И. Раскатов и позднее А. И. Трегуб на северо-востоке Воронежской антеклизы в пределах рассматриваемой территории выявили локальные неотектонические структуры, определили направленность и амплитуды неоген-четвертичных движений [8, 11]. Эти построения по объективным причинам (недостаточная комплектность исходных материалов, мелкомасштабность разрешенной к открытому использованию топоосновы и т.д.) очевидно требуют дальнейшего развития и актуализации, что ныне в научной литературе за рубежом называют «updating». Нами же использовались высокоточные космофотоснимки ГЦ «Природа» (космофотопланы масштаба 1:500000, информация 1970-х, 1980-х годов) и Landsat (информация 2000-х годов), применены автоматизированные геоинформационные системы. В статье исследуются вновь открывшиеся возможности осуществления мониторинга природных процессов в окружающей среде, в том числе связанных с современной тектонической активностью региона.

С целью ретроспективного анализа динамики эрозионной сети долины р. Ворона протяженностью от города Кирсанов и до города Уварово (площадь 5432,8 км^2) были выявлены локальные поднятия и прослежено их влияние на развитие проточно-русловых озер Рамза и Кипец. Исходными данными для мониторинга явился массив линевентов ручного дешифрирования, отражающий спрямленные участки русла гидросети притоков Вороны, а также эрозионно-балочной сети. Линевенты затем автоматически обрабатывались с помощью авторских расширений ГИС MapInfo. Расчет фрактальной размерности Минковского (Dm) производился в приложении Fractal Analyzer (автор А. Тихонов, Уфимский ГАТУ), исходные данные для которого были подготовлены с помощью авторского модуля Windows Exporter. Таким образом, на относительно небольшом участке детализации нами был применен инструментарий, уже показанный ранее для выявления зон фанерозойской тектонической активизации для крупной территории южной части Воронежской антеклизы [14]. По космоснимкам разных лет построены схемы плотности макротрещин, рассчитанной как отношение совокупной длины линевентов в дан-

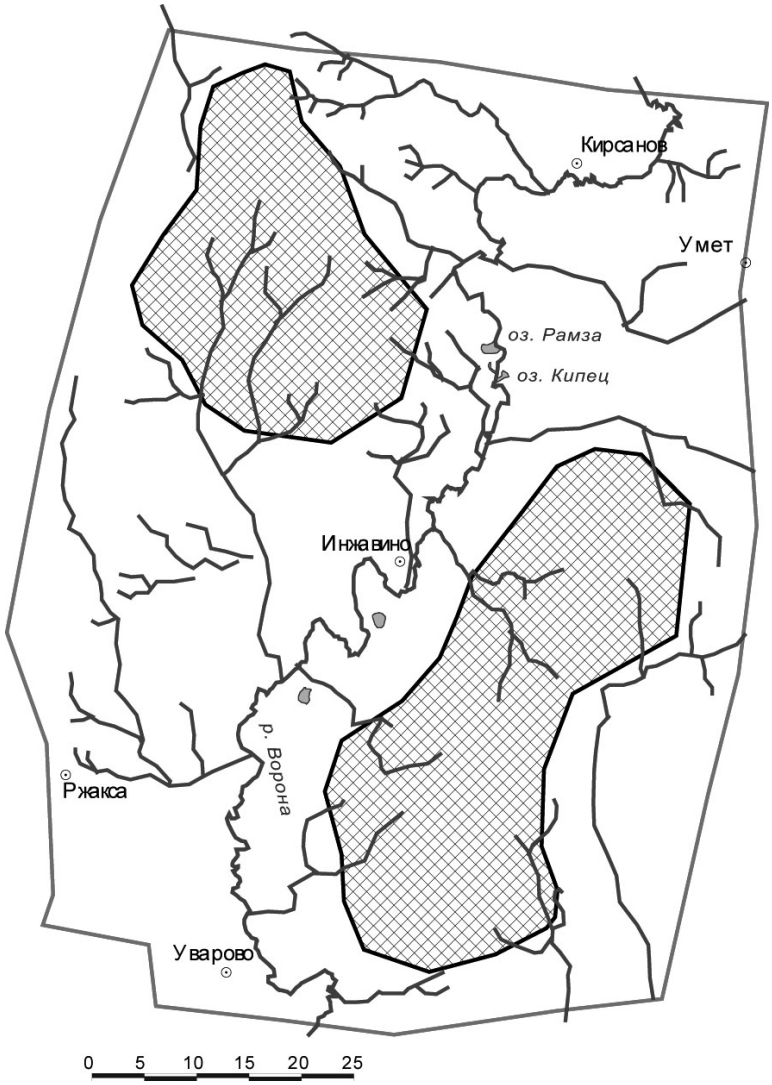

Рис. 1. Предполагаемые неотектонические поднятия в долине р. Вороны, выделяемые анализом рисунка эрозионной сети

Штриховкой выделены предполагаемые контуры неотектонических поднятий

ном окне осреднения к его площади, фрактальной размерности Минковского, а также схемы их разностей по годам. Для того чтобы нивелировать разное качество, разрешение и канальность снимков, все рассчитанные значения по КФС разных лет были нормированы на единицу.

Предварительная оценка территории производилась глазомерно, методом анализа очертаний современной речной сети, предложенным Г. И. Раскатовым, который отмечал оконтуривающий или центробежный характер гидросети для интрузий, над которыми располагаются поля современной или неоген-четвертичной аккумуляции, что может рассматриваться, как следствие малоамплитудных молодых подвижек интрузивных массивов [9]. Проведенные построения устанавливают центробежный характер и оконтуривание сетью притоков р. Ворона предполагаемых неотектонических поднятий на двух участках (рис. 1).

Для дальнейшего структурного анализа и заверки выделенных площадей использовались составленные схемы структурных параметров.

Схема плотности линевентов отражает распределение по площади отношения совокупной длины спрямленных участков эрозионной сети к площади окна осреднения (1/км), нормированная на единицу (рис. 2). По трем возрастам установлена пространственная приуроченность максимумов макротрещин к выделенным по рисунку гидросети предполагаемым неотектоническим поднятиям (рис. 1). С течением времени наблюдается смещение максимумов плотности макротрещин от цент-

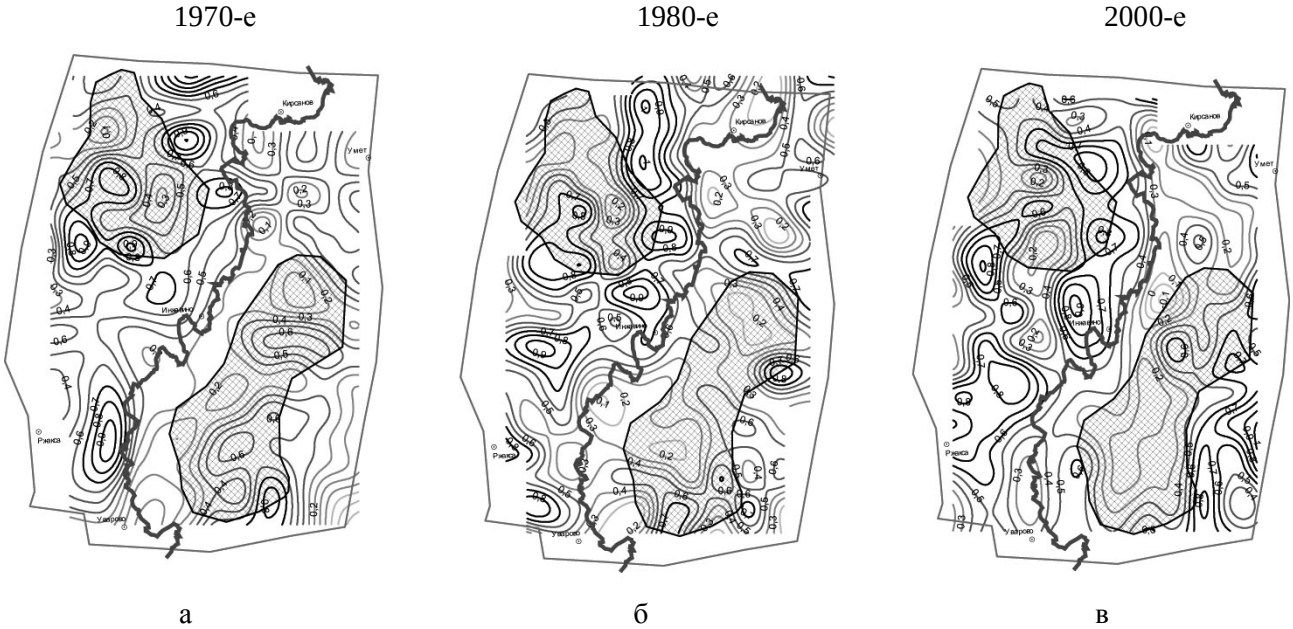

Рис. 2. Схема нормирования значений плотности линевентов долины р. Вороны в окрестностях пос. Инжавино. Годы съемки: а – 1970-е; б – 1980-е; в – 2000-е

Изолиниями показаны значения плотности сети линевентов (1/км)

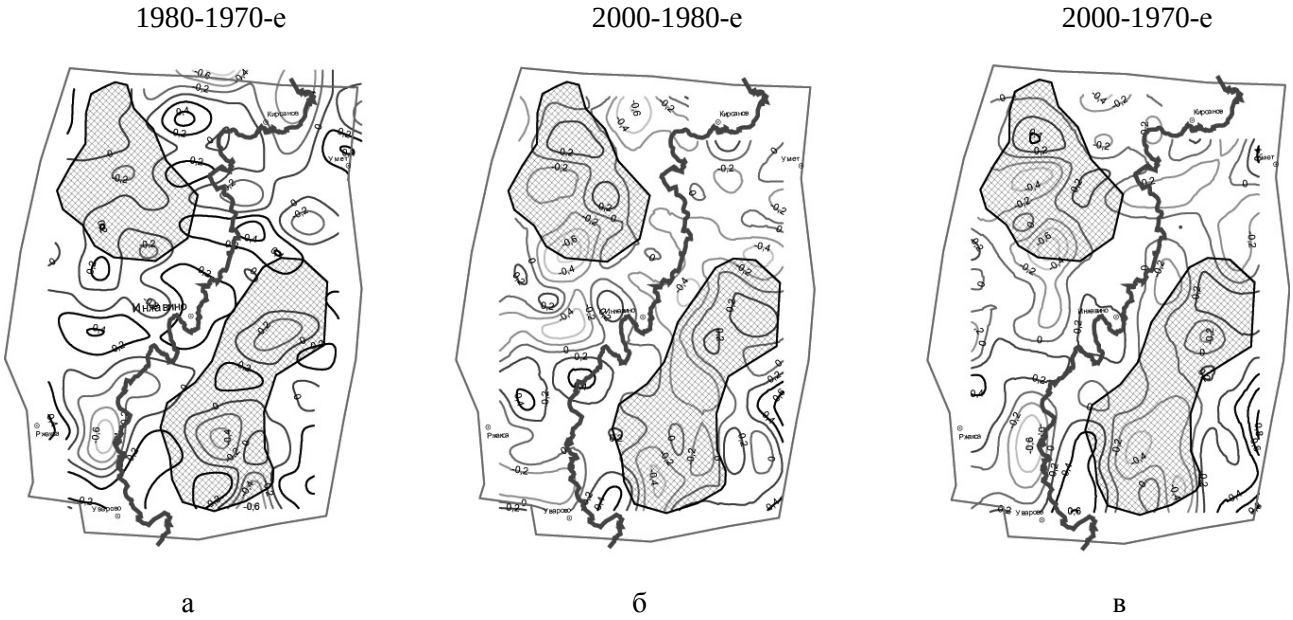

Рис. 3. Схема изменения плотностных характеристик линевентной сети. Отражает разность значений между тремя временными интервалами съемок: а – 1980-1970-е; б – 2000-1980-е; в – 2000-1970-е

ра поднятий к периферии и общая положительная динамика (рис. 3).

Схема нормированной фрактальной размерности D_m выражает степень «связности» системы разрывных нарушений породы, нашедших свое отражение в рисунке гидросети (рис. 4). Установлено, что положительные аномалии фрактальной размерности Минковского тесно связаны с зонами фанерозойской тектонической активизации, известными или предполагаемыми, вплоть до альпийских структур [14]. Между параметрами – плотность трещин $П_д$ и фрактальная размерность была прослежена корреляция с коэффициентом $r^2 = 0{,}5524$. На левом борту долины р. Ворона установлена контрастная аномалия параметра D_m для КФС 1970-х годов. В остальном для нормирован-

1970-е 1980-е 2000-е

а б в

Рис. 4. Схема нормированной фрактальной размерности Минковского, D_m
Годы съемки: а – 1970-е; б – 1980-е; в – 2000-е

1980-1970-е 2000-1980-е 2000-1970-е

а б в

Рис. 5. Схема изменения фрактальной размерности Минковского, D_m. Отражает разность значений между тремя временными интервалами съемок: а – 1980-1970-е; б – 2000-1980-е; в – 2000-1970-е

ных значений D_m контрастных аномалий (отклонение параметра существенно более стандартного отклонения) для данного масштаба исследований по фиксированным возрастным промежуткам не установлено (рис. 5).

Детальные построения выявили наличие на исследованном участке долины реки Вороны зоны проявления активизации геотектонических положительных движений. Они формируют локальные участки снижения базиса эрозии. Это приводит к некоторому подтоплению бортов долины, которое усугубляется в половодья. Возникают условия, когда моренные отложения выступают в качестве подстилающего субстрата при смещении масс грунтов вниз по склону.

В различные межледниковые эпохи, например, в мучкапское, лихвинское время, происходило переуглубление речных долин. В сходных геологических и неотектонических условиях наблюдалась активизация экзогенных геодинамических процессов, особенно в термогигротических условиях. В частности, это приводило к оврагообразованию, формированию оползневых склонов. Именно отложения конусов выноса оврагов, наносы в устьевых частях боковых притоков или перегораживание русла реки оползневыми массами, приводило к их подпруживанию и образованию озеровидных расширений.

Ныне, на собственно природные процессы, связанные с климатическими и ландшафтными условиями, геологическим строением и неотектоникой региона, накладываются процессы, связанные с деятельностью человека. А. В. Славгородским проведен анализ археологических и историко-архивных сведений о развитии природопользования в пределах рассматриваемой территории. Временной рубеж 200-300 лет назад – ныне отличает высокий уровень антропогенной нагрузки. Это сведение лесов, распашка водораздельных пространств, освоение поймы, создание прудов в верховьях оврагов.

Таким образом, по космоснимкам установлена изменчивость структурных параметров рисунка линевентов эрозионной сети по периферии предполагаемых активных участков. Это подтверждает суждения об их неотектонической природе. Установленные локальные поднятия в долине Вороны, активные на современном этапе, обеспечили динамику локального базиса эрозии, активизацию эрозионно-денудационных процессов и формирование проточно-русловых озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г. А. Озера долины реки Вороны как естественный современный рефугиум диатомовых водорослей в центра Восточно-европейской равнины / Г. А. Анциферова, Л. Е. Борисова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. – Воронеж, 2009. – № 2. – С. 85-92.

2. Анциферова Г. А. О комплексах диатомовых водорослей в стратиграфии межледниковых отложений центральных районов Восточно-европейской равнины / Г. А. Анциферова // Проблемы литологии, минералогии и стратиграфии осадочных образований Воронежской антеклизы : тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. – Воронеж, 2002. – Вып. 11. С. 93-99.

3. Анциферова Г. А. Эволюция диатомовой флоры и межледникового озерного осадконакопления центра Восточно-Европейской равнины в неоплейстоцене / Г. А. Анциферова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2001. – 197 с. – (Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та ; Вып. 2).

4. Дудник Н. И. На стыке четырех областей / Н. И. Дудник // По родным просторам. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1992. – С. 105-112.

5. Летопись природы. ФГУ «Государственный природный заповедник «Воронинский». – Инжавино, 1997. – Т. 2. – С. 8-9.

6. Маудина М. И. Новые данные об озерных отложениях Тамбовского Рва / М. И. Маудина, А. В. Еремин // Пограничные горизонты неогена и антропогена территории КМА и Верхнего Дона. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1982. – С. 80-89.

7. Польнолапинское межледниковое озеро – уникальный объект нижнего плейстоцена / М. Н Валуева [и др.] // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – М., 1985. – № 54. – С. 40-65.

8. Раскатов Г. И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы / Г. И. Раскатов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1969. – 164 с.

9. Раскатов Г. И. Прогнозирование тектонических структур фундамента и чехла древних платформ и форм современного рельефа средствами геолого-геоморфологического анализа (на примере Воронежской антеклизы) / Г. И. Раскатов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1972. – 108 с.

10. Славгородский А. В. Археологические и историко-архивные сведения о природопользовании на территории заповедника / А. В. Славгородский // Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. – М. : Науч. мир, 2000. – С. 151-155.

11. Трегуб А. И. Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива / А. И. Трегуб. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 220 с. – (Тр.науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та ; Вып. 9).

12. Холмовой Г. В. Об условиях карбонатного и кремнистого осадконакопления в озерах мучкапского межледниковья / Г. В. Холмовой, Г. А. Анциферова, Б. В. Глушков // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2003. – № 1. – С. 13-21.

13. Шевырев Л. Т. Эволюция тектонической структуры Воронежской антеклизы и ее эндогенный рудогенез / Л. Т. Шевырев, А. Д. Савко, А. В. Шишов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та , 2004 – 191 с. – (Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та; Вып. 25).

14. Шевырев С. Л. Новые структурные характеристики рисунка макротрещин юго-западного склона воронежской антеклизы как индикаторы фанерозойского рудогенеза осадочного чехла / С. Л. Шевырев, А. О. Калашников // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2010. – № 2. – С. 196-206.

15. Шепелева С. А. Краткая характеристика природных условий заповедника «Воронинский» / С. А. Шепелева // Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. – М. : Науч. мир, 2000. – С. 149-151.

16. Шик С. М. Рославльские межледниковые озерные отложения Окско-Донской равнины / С. М. Шик, М. И. Маудина // Проблемы антропогена центральных районов Русской платформы. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1979. – С. 42-58.

Анциферова Галина Аркадьевна
доктор географических наук, профессор кафедры природопользования ф-та географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)66-56-54, E-mail: g_antsiferova@mail.ru

Шевырев Сергей Леонидович
кандидат геолого-минералогических наук, старший преподаватель Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток, E-mail: shevyrev@fegi.ru

Калашников Андрей Олегович
кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Геологического института Кольского НЦ РАН, г. Апатиты, E-mail: kalashnikov@geoksc.apatity.ru

Antsiferova Galina Arkad`yevna
Doctor of Geography, professor of the chair of management of nature of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8 (4732) 66-56-54, E-mail: g_antsiferova@mail.ru

Shevyrev Sergey Leonidovitch
PhD in Geological and Mineralogical Sciences, senior lecturer, Far Eastern Federal University, Vladivostok, E-mail: shevyrev@fegi.ru

Kalashnikov Andrey Olegovitch
PhD in Geological and Mineralogical Sciences, scientific researcher, Geological Institute of the Kol'skiy Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, E-mail: Kalashnikov@geoksc.apatity.ru