

О ЗНАЧЕНИИ ПАЛЕОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛЕЙСТОЦЕНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННОЙ БИОСФЕРЫ

Г. А. Анциферова

Воронежский государственный университет

Палеогеоэкология плейстоцена Восточно-Европейской равнины, по данным палинологического и диатомового методов, позволяет рассматривать регион как единую геосистему. В эволюции водных экосистем проявляются климато-ландшафтные перестройки, происходящие в пределах водосборов. Палеогеоэкологические построения являются естественноисторической основой создания унифицированных методик оценки эколого-биологического состояния компонентов Биосферы, а также географического прогноза изменения природной среды.

Становление палеогеоэкологии тесно связано с развитием палеогеографии плейстоцена. Оно стимулировалось выдающимися достижениями в географии, четвертичной геологии и биологии. Данное научное направление занимает ведущее положение в пространственно-временном изучении структуры и закономерностей развития древней географической оболочки.

Палеогеоэкология основывается на методах, которые позволяют определять состав, состояние и свойства различных природных компонентов ландшафтной сферы минувших эпох, которые наследуют общие закономерности развития природного процесса. Понятие «ландшафтная сфера» сформулировано Ф.Н. Мильковым. Она выделяется им в качестве центрального слоя географической оболочки, который является «... зоной прямого соприкосновения, контакта и активного взаимодействия литосферы, атмосферы и гидросферы. По насыщенности органической жизнью, ландшафтная сфера представляет собою биологический фокус географической оболочки Земли» (курсив автора) [10].

Представление о климатических и ландшафтных обстановках и составляющих их природных компонентах создается на основе изучения различных генетических типов отложений. В зависимости от их возраста и мощности, изучается ландшафтная сфера определенного временного среза, прослеживается ее эволюция в течение соответ-

ствующего геохронологического отрезка. Использование литологического и геохимического анализов, палеомагнетизма, определений абсолютного возраста дополняются палеонтологическим изучением остатков растений и животных. Палеоботанические и палеозоологические методы являются наиболее надежным источником информации об условиях и времени осадконакопления. В палеонтологии данное направление исследований выделено в науку палеоэкологию. Ее определение было сделано Р.Ф. Геккером [7], который писал, что это один из разделов палеонтологии, занимающийся изучением взаимоотношений между представителями органического мира геологического прошлого и средой их обитания, подобно тому, как экология ставит перед собой подобные задачи по отношению к ныне живущим организмам. Этим Р.Ф. Геккер подчеркнул научную значимость построений, направленных на воссоздание среды обитания, которые вошли в практику палеонтологических работ, начиная со времен В.О. Ковалевского (1842-1883 гг.).

Палеоэкология как наука связана с несколькими смежными науками, главным образом с биологией и геологией. Для биологии она имеет значение при решении вопросов эволюционного развития организмов, выяснении причин и процессов формообразования. По сложившимся представлениям, в проблеме эволюции органического мира определяющим фактором является смена климатов и ландшафтов.

Исследования палеонтолога связаны не только с систематикой ископаемых организмов. Наряду с выяснением видовой и систематической принадлежности, учитываются сведения по их распространению в пределах определенного временного интервала. Такие материалы необходимы для стратиграфического расчленения разрезов осадочных отложений по возрасту. Экологические характеристики делают сведения по ископаемым организмам наиболее точными показателями (индикаторами) среды обитания и условий осадкообразования. Сведения о географическом распространении видов дают возможность судить об основных климатических характеристиках. При палеоэкологических исследованиях восстанавливаются условия обитания сообществ организмов, функционирующих в пределах биотопа на уровне отдельной экосистемы. Палеогеоэкологические построения отличает системный подход. Он опирается на сопряженный анализ данных, полученных в результате применения комплекса аналитических методов, среди которых ведущее положение занимают палеонтологические. Подобное разностороннее исследование дает возможность получить характеристики природных компонентов, достоверность которых подтверждается совокупностью методов, применяемых одновременно. Это вполне соответствует уровню геоэкологических исследований, связанных с оценкой состояния компонентов окружающей природной среды современной биосферы. В палеогеоэкологии отдельные экосистемы представляют совокупность геосистем, составляющих ландшафтную сферу в границах определенного пространства.

В.Б. Сочава, выделяя понятие «геосистема», обозначил данным термином географическую систему, земные пространства всех размерностей, в пределах которых объединены отдельные компоненты природы с системными, многосторонними взаимообусловленными связями, целостные и одновременно делимые [13]. Геосистемы могут иметь как планетарные, так и региональные и локальные масштабы. В образовании отдельной геосистемы или ряда геосистем, основными являются пространственный и абиотический факторы. Современное учение о геосистемах – это основа прикладной науки о динамике природной среды. Изучение климатических и ландшафтных обстановок плейстоцена методами палеогеоэкологии расширяет представления о развитии геосистем различного ранга в масштабе геологического времени, например, в течение различных эпох плейстоцена.

В пределах центра Восточно-Европейской равнины изучен ряд известных опорных разрезов разновозрастных плейстоценовых отложений. Обширный фактический материал, в первую очередь по наземной флоре и растительности, пресноводным диатомовым водорослям, с учетом данных по терио- и микротириофаунам и др., позволил охарактеризовать состояние и динамику природной среды. Согласно геолого-геоморфологическому районированию, единая геосистема центральных районов подразделяется на геосистемы основных водосборов. Это бассейны Верхнего Дона, Верхнего Приднепровья, Верхней Оки, Ярославско-Костромского Поволжья. На данных территориях изучена взаимосвязь природных процессов с глобальными изменениями климатов и ландшафтов как по регионам, – например, бассейн Верхнего Дона, так и на локальном уровне отдельной водной экосистемы, например раннеплейстоценовое межледниковое Тамбовское озеро (скважина 59-н близ г. Тамбова) [4]. Необходимо подчеркнуть, что изменения, происходящие в пределах экосистемы отдельного водоема, отражают состояние геосистемы в целом. Многочисленные примеры обусловленности природных процессов в водоемах и на водосборах убеждают, что изменения, происходящие в пределах отдельной экосистемы, в том числе и промежуточные, не случайны. Они определены общей направленностью развития природного процесса.

При изучении плейстоценовых отложений разного генезиса повсеместно используется споропыльцевой метод. Эти исследования позволяют проследить смены растительных сообществ на водосборных пространствах. На основе характеристики флоры и растительности восстанавливаются климато-ландшафтные обстановки. По флористическим данным реконструируются качественные характеристики климата, а также количественные значения таких климатических параметров как среднегодовые температуры и суммы осадков, температуры самого теплого (июль) и самого холодного (январь) месяцев и др. [3, 5].

Древнеозерные осадки являются чрезвычайно информативным объектом палеогеоэкологических исследований. Они содержат зерна спор и пыльцы, створки и панцири диатомовых водорослей, в них могут быть обнаружены также семена, плоды, листья водных и наземных растений (палеокарпология), раковины моллюсков (малакофауна) и другие органические остатки. Широкое использование диатомового анализа при изучении озер-

ных отложений является основой для палеолимнологических построений и решения вопросов межледникового озерного осадконакопления [4]. Трудно также переоценить значение диатомового метода для определения возраста вмещающих древнеозерных отложений. Сопряженный анализ диатомовых и спорово-пыльцевых данных по одновозрастным межледниковым разрезам показывает большие возможности и достоверность этого палеоэкологического материала.

Как известно, основные черты развития природного процесса плейстоцена в целом (нижняя граница около 1,8 млн. лет назад) и неоплейстоцена (последние около 900 тысяч лет) обусловлены чередованием потеплений и похолоданий, межледниковых и ледниковых эпох. Даже если при реконструкции климата и ландшафтов ограничиться лишь методами палеоботаники, – спорово-пыльцевым и диатомовым, то можно найти подтверждение таких основополагающих закономерностей развития природы как всеобщность и взаимосвязь явлений и процессов.

В результате проведения диатомового анализа по разрезам строятся диатомовые диаграммы. Они графически демонстрируют процесс закономерной смены систематического и экологического состава сообществ диатомовых водорослей как следствие эволюции озерных экосистем. В результате проведения спорово-пыльцевого анализа также создаются соответствующие диаграммы. Сопоставление диатомовых и спорово-пыльцевых диаграмм по разрезам межледниковых отложений позволяет проводить их причинно-следственную интерпретацию и увязывать эволюцию отдельных озерных экосистем с процессами, происходящими на водосборах. Последовательные этапы развития водных экосистем объясняются наиболее общими палеогеографическими перестройками на водосборах и соответственно в водоемах. Выделение внутри этапов фаз развития сообществ диатомей основано на выявлении более детальных изменений систематического и экологического состава и количественных оценок отдельных доминирующих и субдоминирующих форм. Проведенные исследования позволяют утверждать, что сообщества диатомовых водорослей и растительность на водосборных площадях реагируют на общеклиматические изменения практически одновременно. Границы этапов и фаз развития водоемов, выраженные в сменах сообществ диатомовых водорослей, и границы палинозон, отражающие смены растительных сообществ на водосбор-

ных площадях, сопоставимы. Общие палеогеографические перестройки геосистемы региона в целом связаны с общеклиматическими изменениями, которые сопровождали чередование межледниковых и ледниковых эпох.

Так, в пределах центра Восточно-Европейской равнины на практике прослеживается и подтверждается одновременность восстанавливаемых событий, которые в целом присущи тому или иному межледниковью.

Восстановление эволюции озерных экосистем в неоплейстоцене и в современную эпоху по сообществам диатомовых водорослей подтверждает четкую взаимообусловленность природных и антропогенных процессов. Ряд переменных состояний экосистем выстраивается в течение всего межледниковья, в результате чего восстанавливается целостная картина состояния геосистемы. Подавляющее большинство неоплейстоценовых диатомей известно в современных водоемах. Знание их экологии позволяет не только проводить реконструкции условий осадконакопления внутри определенного бассейна, но и делать выводы относительно направленности палеоклиматических изменений в течение того или иного межледниковья.

Экосистему водоема создает сложное взаимоотношение абиотической и биотической составляющих. Они определяются гидрологическими, гидрохимическими и гидрофизическими факторами, объемом биогенного вещества и гидробионтами. При изучении озерной экосистемы методом диатомового анализа понятие экосистема трактуется как биологическое, поскольку абиотические характеристики водной среды определяются на основании систематического и экологического состава биотической составляющей, в данном случае, представленной сообществами диатомовых водорослей. Собственно диатомовый анализ первоначально заключается в определении систематического состава диатомей, кремневые створки и панцири которых с помощью использования определенной методики выделяются из вмещающих отложений. В результате появляется возможность реконструировать условия осадконакопления внутри любой водной экосистемы.

Видовой и экологический состав сообществ диатомовых водорослей обусловлен показателями минерализации, глубиной и морфологией водоема, температурой и трофностью его вод, а также общей климато-ландшафтной обстановкой на водосборах. Для каждого водоема характерны изменения физико-химических характеристик водной

среды, происходящие как в течение отдельного вегетационного сезона, так и многих лет, веков и тысячелетий его существования. Этим изменениям соответствует закономерная смена видового состава сообществ диатомей. Изучение донных осадков древних озер дает возможность проводить послойную, то есть повременную, реконструкцию смены обстановок осадконакопления. Можно проследить ряд переменных природных состояний водной экосистемы, происходящих в течение длительного времени, например, межледниковья, – и в результате реконструировать целостную картину состояния геосистемы водоем – водосборный бассейн.

Ведущим абиотическим фактором эволюции водоемов является их морфометрия, в первую очередь, глубина. Характеристика относительных глубин межледниковых водоемов, которая используется в пределах средних широт умеренного географического пояса, соответствует классификации современных озер, созданной О.Ф. Якушко [15]. По ее представлению глубокими считаются озера с глубинами более 25 м, среднеглубокими – 15-25 м, неглубокими – 5-15 м и мелководными – озера с максимальными глубинами до 5 м. Применимость этой классификации для межледниковых озер центра Восточно-Европейской равнины подтверждается мощностями толщ межледниковых осадков, изученных в геологических разрезах региона.

Во взаимосвязи с глубиной и морфологией водоема находится экологический показатель соотношения групп диатомей по местообитанию. С этой целью оценивается доля участия видов планктонных, донных и из обрастаний в составе выявленного сообщества. Именно анализ данного показателя позволяет судить об относительной глубине водоема и степени его зарастания высшей водной растительностью.

Практически для всех встречающихся видов, разновидностей и форм диатомовых водорослей определены показатели отношения к минерализации и рН вод. В результате для пресных межледниковых озер восстанавливается щелочная-слабощелочная реакция водной среды.

Рассматривается также показатель географического распространения видов. Выделяются виды космополиты, обитающие в пресных водоемах всех географических поясов, бореальные – виды водоемов умеренного географического пояса, холодноводные (северо-альпийские) виды, характерные для северных и горных водоемов. Следует

отметить, что в межледниковых водоемах, как и ныне, преобладают представители первых двух групп. Их соотношение может зависеть от глубины и трофности водоема. Холодноводные виды наблюдаются повсеместно, составляя небольшую долю от общего состава. Однако они могут показывать массовое развитие, например, в интерстадиальных водоемах.

Температура вод и их прозрачность регулируют питание, фотосинтез, рост (деление) диатомей. Температурный градиент в водоемах средних широт, меняется в течение вегетационного сезона таким образом, что определяет два максимума развития диатомей – весенний и осенний. Для теплолюбивых видов оптимальными являются температуры от 20 до 28°C, для холодноводных видов – от 4-10 до 15°C. Соответствующие изменения температуры вод определяют смену вегетационных сукцессий диатомей.

Среди биотических факторов выделяется обилие в водах биогенных веществ. Диатомовые водоросли извлекают из воды разнообразные соединения фосфора, азота, кремния, серы, кальция, магния, калия, железа, марганца и др. Содержание этих веществ определяет биологическую продуктивность водоемов в целом, в том числе и диатомовых водорослей. В современных водоемах можно наблюдать, что наличие биогенов, наряду с температурным фактором, определяет взаимоотношения и распространение в составе фитопланктона представителей других классов низших водорослей и развитие высшей водной растительности.

В начале XX века на основе изучения современных и голоценовых озерных экосистем была разработана классификация трофности озер, согласно которой они могут быть отнесены к олиготрофному, мезотрофному и эвтрофному типам. В основу положена обеспеченность биогенными веществами, соответственно, от низкого до более высокого уровня их содержания. Обычно олиготрофные озера – это глубокие бассейны, низкотемпературные, с прозрачными насыщенными кислородом водами. Общепринято считать, что олиготрофные водоемы содержат небольшое количество биогенных веществ, за исключением кальция, количество которого может быть различным. Нами получены многочисленные примеры развития межледниковых озер во времени, позволившие проследить эволюцию трофического статуса водоемов. Они показывают, что для олиготрофного этапа характерны разнообразные в видовом отно-

шении сообщества диатомовых водорослей. Они имеют массовое развитие, в том числе наблюдается и максимальное по разрезу число створок диатомей на 1 г осадка. Окружающие озера водосборные площади были сложены мощными толщами ледниковых и водно-ледниковых отложений, которые служили поставщиками биогенного материала. Диатомовые водоросли на этом этапе имели породообразующее значение, происходило накопление толщ диатомитов и диатомитовых мергелей. Очевидно, что олиготрофное состояние водоема следует рассматривать не как следствие низкой обеспеченности биогенами, а именно как результат наиболее равновесного состояния процессов образования, разрушения и минерализации органического вещества. В эвтрофных водоемах биогенных веществ достаточно или много, в связи с чем, водоросли также развиваются в изобилии. Это уже неглубокие или мелководные, хорошо прогреваемые, заросшие высшей водной растительностью, бассейны. В водоемах подобного типа формируются условия, приводящие к образованию больших объемов органического вещества. Мезотрофный тип водоемов соответственно представляет собой обстановку, промежуточную между олиго- и эвтрофными режимами по биологической продуктивности и по соотношению процессов образования и деструкции органического вещества. Среди диатомовых водорослей выделены виды-индикаторы состояния трофности межледниковых озерных экосистем [4]. Следует отметить, что на каждом из этапов наблюдается обилие водорослевого населения, представленного видами, соответствующими определенному режиму трофности, то есть те, для которых данные гидрофизические и гидрохимические параметры водной среды благоприятны. И, наконец, могут наблюдаться отложения дистрофной стадии развития водоема. Тип дистрофных водоемов по обеспеченности биогенами приравнивается к верховым болотам. Они бедны биогенными веществами (минеральными солями, в том числе кальцием), но содержат много гумусовых веществ, которые не усваиваются водорослями. Соответственно развитие водорослей, в том числе и диатомовых, в них ограничено.

Этап эвтрофирования природных водных экосистем (межледниковых, голоценовых) является следствием их эволюции. Водная экосистема, обладающая сбалансированностью процессов образования и деструкции органического вещества, характеризуется разнообразием населяющих ее организмов, сложными трофическими связями,

многочисленными энергетическими путями, низкой энтропией. Это обуславливает высокие защитные свойства экосистемы, в первую очередь на уровне эффективности процессов самоочищения. В каждом водоеме процесс эвтрофирования развивается в направлении увеличения объема органического вещества. Это провоцирует смещение соотношения абиотической и биотической составляющих экосистемы, возрастание темпов накопления органики. С течением времени уровень эвтрофирования еще более усиливается, поскольку с накоплением осадков глубина водоема и площадь его акватории уменьшаются.

Смена режимов трофности водоема, фиксируемая по изменениям видового состава сообществ диатомовых водорослей, отражает этапы их развития. Вследствие способности экосистемы водоема к саморегуляции, обеспечиваемой биологическими компонентами, она в каждый отдельный момент своего существования стремится противостоять возникающим изменениям состояния водной среды. Это предопределяет ее стабильность. Данный процесс является откликом водной экосистемы на происходящие в пределах водосборов ландшафтные перестройки в связи с изменениями климатических условий. Сопряженный подход в исследовании озерных экосистем, свидетельствует, что выделение этапов развития сообществ диатомовых водорослей и водоемов соответствует этапам развития флоры и растительности на водосборных площадях. Изучение пресноводных водоемов, имеющих длительную историю развития, доказывает, что граница между этапами отражает переход через определенные кризисные моменты и соответствует переходу экосистемы из одного равновесного состояния в другое. Смена олиготрофных условий развития водоема мезотрофными и затем эвтрофными или эвтрофно-дистрофными происходит вследствие внутреннего развития экосистемы и ее взаимодействия с окружающей природной средой. Так выявляется последовательность этапов стабилизации межледниковых озерных экосистем, которая представляет замкнутый цикл их эволюции.

В разрезах плейстоцена изучены также отложения озер, которые развивались в переуглублениях озерных котловин, существовавших в предшествующие межледниковые эпохи, или в понижениях рельефа, в речных долинах, остаточные, термокарстовые и др. Небольшие мощности осадков, которые составляют первые метры и менее, объясняются изолированностью и небольшими

размерами озерных водоемов, ограничивающими время их существования. Для подобных озер восстанавливается изначально более высокая степень трофности вод, повышенное содержание органического вещества и уменьшенное, по сравнению с котловинами ледниково-эксарационного происхождения, – биогенов. Чаще это соответствует мезотрофным, эвтрофным и даже эвтрофно-дистрофным условиям осадконакопления. Подтверждение тому – заторфованность осадков, прослойки торфа. Гуминовые соединения подавляют развитие диатомовых водорослей и (или) ведут к растворению створок после их отмирания. Хотя возможно, как показывают наблюдения в современных водоемах, распространение представителей одного-двух, даже нескольких, родов и видов диатомей, неприхотливых к условиям состояния водной среды вообще или наиболее приспособленных к специфическим условиям обитания.

Благополучие как экосистемы в целом, так и составляющих ее биотопов характеризуется, в частности, видовым разнообразием сообществ диатомей. Смена режимов трофности сопровождается сменой состава сообществ низших водорослей, которые соответствуют новому равновесному состоянию. Можно наблюдать и неблагоприятные для развития сообществ диатомей природные условия. Так, в водоемах, существовавших в суровых климатических условиях раннемежледниковой, а также позднемежледниковой – раннеледниковой, или межстадиалов наблюдается однообразие биотопов. Это предопределяло бедность сообществ диатомей, основу которых составляли транзитные виды, имеющие широкий возрастной диапазон распространения, неоген – ныне. Подобные сообщества отличают повышенные содержания холодолюбивых видов на фоне общей бедности родового и видового состава и распространение морфологических отклонений в строении створок и панцирей диатомей, причем даже у видов, весьма неприхотливых к условиям обитания.

Рассмотрим использование палеоэкологических данных, полученных в результате применения диатомового метода, при изучении древнеозерных осадков и в решении вопросов оценки эколого-биологического состояния современных водоемов региона [2].

Ныне повсеместно происходит наложение антропогенных (техногенных) процессов на природные процессы и явления. Как на локальном уровне, так и в глобальном масштабе они часто проявляются в совокупности. Вследствие антропоген-

ной деятельности, в определенной степени фиксируемой химическими, физическими и другими измерениями, меняется состав газовых примесей в атмосферном воздухе (парниковый эффект, смоги, кислотные дожди). В верхних слоях литосферы формируются геохимические аномалии, в первую очередь, в почвенном слое. Эколого-биологическое состояние поверхностных вод в полной мере отражает состояние окружающей природной среды, поскольку оно определяется атмосферным переносом, атмосферными осадками и диффузным стоком с водосборных площадей. И, наконец при сложившейся системе хозяйствования, они являются конечным, а зачастую единственным звеном в системе очистки сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. Состояние поверхностных вод тесно связано с проблемой антропогенного загрязнения горизонтов подземных вод, в первую очередь грунтовых. Между поверхностными и подземными водами существует гидравлическая связь. Это определяет чрезвычайную важность создания системы контроля эколого-биологического качества поверхностных вод по состоянию биоты, поскольку она формируется под воздействием всей совокупности поступающих в водоем и образующихся непосредственно в нем химических веществ и их соединений. Определять класс качества вод по шкале, общепринятой на государственном уровне. Состояние биоты, в нашем случае представленной диатомовыми водорослями, позволяет судить о степени изменения и кризисности процессов самоочищения водных экосистем, их обратимости или необратимости.

Исследование состава межледникового и современного растительного покрова, а также ископаемых и современных сообществ низших водорослей, дают понимание глубокой связи и обусловленности процессов, происходящих на водосборах и в водоемах. Изучение развития диатомовой флоры и озерных экосистем в неоплейстоцене и в современную эпоху подтверждает четкую взаимообусловленность природных и антропогенных процессов. Анализ антропогенной нагрузки на водосборах и данные по состоянию качества поверхностных вод подчеркивают их разносторонние связи. Ныне можно наблюдать преобразование природных водных экосистем в природно-антропогенные и антропогенные экосистемы. Их эволюция предопределена экологическим состоянием водосборных бассейнов. Антропогенное воздействие на поверхностные водные объекты осуществляется повсеместно. Применяемый термин

«антропогенное эвтрофирование» часто используется как синоним понятия «антропогенное загрязнение». Изучение процессов эвтрофирования современных водных экосистем чрезвычайно актуально.

Стабильность, или гомеостазис экосистемы, применительно к водоемам поддерживается процессами самоочищения за счет разрушения веществ-загрязнителей с помощью организмов редуцентов и деструкторов. Сообщества низших водорослей, являясь непосредственными участниками этого процесса, выступают как показатели степени антропогенного эвтрофирования водоемов, а также остроты экологической ситуации в пределах того или иного региона в целом. На этом основан метод биологической индикации. Состояние отдельной водной экосистемы в условиях антропогенного воздействия оценивается по систематическому и экологическому составу сообществ и по видам-индикаторам загрязнения. В результате выявляется степень антропогенного преобразования экосистемы, то есть отклонение эколого-биологического состояния от природных параметров, а также прогнозируются модели ее дальнейшего развития.

Современные озера бассейна Верхнего Дона располагаются на поверхности надпойменных террас и поймах. В основном это озера-старички, которые формируются в результате прорывов меандр. Озера быстро заполняются терригенными отложениями во время паводков и половодий. Проточные, слабопроточные и непроточные водные экосистемы региона – природные (реки, озера), природно-антропогенные и антропогенные (водохранилища, пруды), соответствуют трофическому статусу эвтрофных. Степень эвтрофикации вод обусловлена количеством биогенных веществ, главным образом азота, фосфора, железа, микроэлементов и органических веществ. С увеличением степени эвтрофирования ухудшается качество среды обитания гидробионтов. При перегрузке водоемов биогенными веществами происходит бурное развитие планктонных водорослей, вызывающих «цветение» вод. Прозрачность водной среды уменьшается вследствие большого объема взвешенного в воде органического вещества (планктонные организмы, детрит). Прибрежная зона таких водоемов зарастает высшей водной растительностью, часто заболачивается. Интенсивное развитие растений сопровождается накоплением в придонных слоях органического вещества в результате неполной его минерализации. Происхо-

дит накопление толщи донных органогенных илов. В придонных слоях возникает дефицит кислорода, что предопределяет процессы анаэробного брожения.

В настоящее время в регионе интенсивно происходит эвтрофирование вод речных экосистем. Процесс достоверно фиксируется видовым составом сообществ низших водорослей. Эвтрофикация сопровождается трансформацией фитопланктона рек из реофильного (речного) в лимнофильный (фитопланктон озер и водохранилищ). Это связано с общим заилением рек, в том числе акватории Дона [1]. Водные объекты бассейна Верхнего Дона заведомо испытывают постоянную антропогенную нагрузку различного, в том числе и токсического, характера. В этих условиях сформировалась определенная структура природно-антропогенных и антропогенных сообществ низших водорослей. Для них характерно снижение видового разнообразия сообществ диатомовых водорослей до 1-2 видов (в межледниковых озерах – до 50-70 и 150 таксонов в пробе). В условиях нарастающего загрязнения они могут полностью исчезнуть из состава биоты. Наблюдается «цветение» вод сине-зелеными водорослями (цианобактериями), представленными также 1-2 видами, характерными для загрязненных водоемов. Все это свидетельствует о напряженной, а в отдельных случаях и о пороговой стадии кризисности водных экосистем. Дальнейшее увеличение антропогенного загрязнения может вызвать необратимые изменения, направленные в сторону большего ухудшения качества вод региона.

Сопоставление процессов эвтрофирования межледниковых и современных водоемов показывает, что они имеют общую природную основу, но в межледниковых условиях длительность эвтрофикации исчислялась веками и тысячелетиями. Это объясняется тем, что высокая продуктивность плейстоценовых водоемов сопровождалась сбалансированностью с процессами деструкции поступающего в осадок органического вещества. Самоочищение водных экосистем обеспечивалось не только различными биохимическими показателями среды, но и жизнедеятельностью всей многочисленной совокупности гидробионтов. В конечном итоге водоемы прекращали свое существование или вследствие заполнения котловин органическими и терригенными осадками, или в связи с похолоданием климата в условиях наступающего ледникового периода. Процесс эвтрофикации современных водоемов при антропогенной (техногенной) на-

грузке проявляется повсеместно и занимает всего десятки лет, а то и годы [11].

Важнейшим для понимания современной экологической ситуации выводом, полученным при палеогеоэкологических исследованиях древнеозерных осадков, является понимание того, что экосистема водоема, перейдя определенный рубеж трофического уровня, вновь к предыдущему режиму трофности вод не возвращается. Это последовательный, закономерный и необратимый процесс. Данное положение подчеркивает опасность антропогенного (техногенного) эвтрофирования водоемов.

Согласно сложившейся практике проведения геоэкологических исследований, которая опирается на соответствующие инструкции, изучается состав, состояние и свойства геологической среды [14]. В понятие последней входят следующие составляющие: горные породы (вместе с почвой); подземные воды (гидрогеосфера) (вместе с жидкими углеводородами); природные газы; микроорганизмы. Понятие «окружающая природная среда» охватывает шесть компонентов. В него входят: атмосфера; гидросфера; литосфера (включает и гидрогеосферу); почва; растительный мир; животный мир. В свете проведенных палеогеоэкологических исследований, доказавших взаимозависимость состояния компонентов геосистемы водоем – водосборная площадь, необходимо сделать вывод, что геоэкологические исследования должны включать изучение эколого-биологического состояния поверхностных вод. Подобно тому, как при геоэкологических работах изучается почва, – биокосная система, образующаяся в субаэральных условиях. В водной обстановке происходит формирование донных осадков, которые также рассматриваются как пример биокосной системы [6]. К палеогеоэкологическим исследованиям данное замечание не относится, поскольку в этом случае состояние поверхностных вод изучается опосредованно, через исследование накопившихся в условиях древних водоемов осадочных горных пород.

Научно-познавательное значение направления «Палеогеоэкология плейстоцена» заключается в том, что палеогеоэкологические исследования широко используются в общих обобщениях по палеогеографии плейстоцена и голоцена. Это нашло отражение в ряде монографических работ и в научных сборниках [5, 8, 9].

Обособление данного научного направления определено также и запросами практики. Актуаль-

ной и сложной современной научной проблемой является географический прогноз изменения природной среды. Для прогнозных целей необходимо увеличение палеогеоэкологической информации по мере приближения к современной эпохе, особенно по голоцену и историческому периоду. Она может быть использована для прогнозов разного типа изменений природной обстановки, обусловленных антропогенным вмешательством. Это определяется необходимостью отслеживания процессов и явлений, обусловленных антропогенным воздействием на фоне естественноисторических процессов эволюции водных экосистем, то есть в сложном взаимодействии природных и антропогенных факторов. Наибольшую ценность подобная информация приобретает при долгосрочном географическом прогнозе, поскольку, хотя, бесспорно, человечество влияет на развитие природы в чрезвычайно высокой степени, ее главные изменения определяются естественным ходом развития самой Природы, в частности такими глобальными природными процессами, как тектонический и климатический. В прогнозных построениях они могут рассматриваться лишь на уровне предсказания хода возможного развития этих явлений. На это неоднократно указывалось исследователями природного процесса в плейстоцене – А.А. Величко, А.А. Свиточем и другими [8, 12].

Как источник информации палеогеоэкологические материалы формируют представления об эталонных, то есть не нарушенных антропогенным воздействием, состояниях природных экосистем. Причем, необходимо подчеркнуть, глубокую информационную связь между геоэкологическими и палеогеоэкологическими исследованиями. Сложившаяся экологическая ситуация свидетельствует, что в настоящее время существует необходимость совершенствования используемых унифицированных методик оценки эколого-биологического состояния компонентов Биосферы и создания новых, в том числе с использованием палеогеоэкологических данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г. А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных водных экосистем бассейна Верхнего Дона / Г. А. Анциферова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2005. – № 1. – С. 240-250.
2. Анциферова Г. А. Диатомовый метод в палеоэкологии плейстоцена – современные достижения и перспективы // Современные проблемы палеофлористики,

- палеофитогеографии и фитостратиграфии: материалы междунар. Палеоботанической конф. – М., 2005. – С. 18-23.
3. Анциферова Г. А. Палеоботанические методы в палеоэкологии неоплейстоцена центра Восточно-европейской равнины / Г. А. Анциферова, Т. Ф. Трегуб, Н. В. Стародубцева. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 100 с. – (Тр. науч.-исслед. ин-та геологии; вып. 31).
4. Анциферова Г. А. Эволюция диатомовой флоры и межледникового озерного осадконакопления центра Восточно-европейской равнины в неоплейстоцене / Г. А. Анциферова. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 198 с. – (Тр. науч.-исслед. ин-та геологии; вып. 2).
5. Болиховская Н. С. Основные закономерности развития растительности и климата Восточно-Европейской равнины в последние 900 тысяч лет / Н. С. Болиховская // Горизонты географии. К 100-летию К. К. Маркова. – М., 2005. – С. 157-181.
6. Вернадский В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – М.: Мысль, 1967. – 266 с.
7. Геккер Р. Ф. Введение в палеоэкологию / Р. Ф. Геккер. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 126 с.
8. Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена / отв. ред. А. А. Величко. – М.: Геос, 1999. – 260 с.
9. Методы реконструкции палеоклиматов. – М.: Наука, 1985. – 198 с.
10. Мильков Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф. Н. Мильков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. – 400 с.
11. Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора / Л. Л. Россолимо. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
12. Свиточ А. А. Четвертичная геология. Палеогеография. Морской плейстоцен. Соляная тектоника / А. А. Свиточ. – М., 2002. – Разд. 2 : Палеогеография. – С. 210-290.
13. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
14. Требования к геологоэкологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200000-1:100000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 86 с.
15. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье. История развития и современное состояние озер Северной Белоруссии / О. Ф. Якушко. – Минск: Наука и техника, 1971. – 206 с.