

ПРИРОДА И ЭКОЛОГИЯ

О. М. Татарников

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛЬЕФА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Первые достоверные сведения о рельефе земной поверхности территории Псковской области появляются в научных опубликованных источниках конца XVIII – начала XIX вв. Однако, в этих публикациях характеристика рельефа земной поверхности данной территории является весьма общей, основанной только на визуальных наблюдениях. Это объясняется, во-первых, отсутствием надежных картографических материалов, во-вторых, эпизодическими, главным образом, маршрутными полевыми исследованиями отдельных ученых-путешественников и природоведов, проводимых по заданию государственных учреждений, научных организаций или по личной инициативе. Главной целью этих исследователей данного периода было изучение геологического строения и поиски месторождений полезных ископаемых в пределах территории Северо-Запада Европейской части Российской империи, однако, изучая «намывные» послетретичные (четвертичные) рыхлые отложения, они приводили сведения и по геогнозии (геоморфологии), описывая отдельные достопримечательные формы рельефа, сложенные этими осадками, и давали общую характеристику особенностей неровности земной поверхности.

Среди первых исследователей рельефа Псковской губернии в этот период следует отметить И. И. Лепехина, который, совершая поездку в Белоруссию и Прибалтику в 70-е гг. XVIII в., пересек губернию по маршруту Гдов – Псков – Великие Луки. В своих донесениях в Петербургскую Академию Наук, членом которой он состоял и по заданию которой проводил исследования, И. И. Лепехин так характеризовал рельеф земной поверхности Псковской губернии: «...земная поверхность начала возвышаться в холмы, местами глинистые, местами песчаные...; «...не малые хрящевые горы находятся, покрытые сверху дикими серыми кругляками...» [31]. Другой исследователь – академик В. М. Севергин, путешествуя по Псковской губернии с целью обозрения народных училищ, дал описание ее геологических условий, рельефа, водоемов и растительности. Он впервые правильно определил генезис поверхности (четвертичных) рыхлых отложений Псковской губернии как ледниковый: «...гранитные кругляки принесены льдом из Скандинавии, а от таяния льдов образовались озера» [41].

Некоторые сведения по геоморфологии северо-западной части Псковской губернии, прилегающей к акватории Псковско-Чудского водоема и низовьям р. Великой, появляются в

60-70 гг. XIX в. в работах геологов Тартуского университета, посвященных вопросам стратиграфии девонских коренных пород [48; 54].

После образования в 1882 г. в России Геологического комитета началась целенаправленная и систематическая геологическая съемка территории ее Европейской части. В 80-90 гг. XIX в. геологосъемочные работы охватили и территорию Псковской губернии. В ходе этих работ был собран новый фактический материал не только по геологическому строению и стратиграфии, но и по тектонике и орографии всей Русской равнины. Обобщение и анализ этого обширного фактического материала позволили сделать важные выводы по особенностям тектонического строения Русской равнины в целом, влиянию этого строения на рельеф земной поверхности и восстановить геологическую историю ее развития, что было отражено в серии публикаций, из которых наиболее значительными были работы А. А. Тилло, А. П. Карпинского, Д. Н. Анучина, С. Н. Никитина.

Военный картограф, генерал А. А. Тилло, на основании анализа и систематизации огромного количества барометрических определений высот (более 50 000 высотных отметок), составил первую для территории Европейской России гипсометрическую карту, изданную им в 1890 г. Эта карта впервые относительно достоверно отразила главные элементы орографии Русской равнины, в том числе и правильные контуры низменностей и возвышенностей Северо-Запада Русской равнины и Псковской области в частности.

А. Г. Карпинский (1884, 1894) установил общие закономерности тектонического строения и геологической истории развития Русской равнины, подчеркнув при этом существование зависимости ее орографических элементов от простирающихся тектонических дислокаций [28].

Д. Н. Анучин [2] подвел итог имевшихся к этому периоду сведений по рельефу Русской равнины и высказал свое мнение о том, что главный характер ее рельефа сложился в геологический этап, предшествовавший ледниковому периоду.

С. Я. Никитин продолжил работы А. А. Тилло по выяснению особенностей рельефа

земной поверхности центральной и северо-западной частей Русской равнины. В ходе своих гидролого-геологических исследований территорий бассейнов Верхней Волги, Западной Двины и Днепра отметил, что наиболее характерные черты рельефа этой территории определяются «...рядами и группами округленных невысоких холмов, разобщенных озерами и болотными котловинами... с неоформившимися речными долинами и речками... нередко теряющимися в болотах». Эти комплексы рельефа, созданные, по его мнению, ледниковой деятельностью, он назвал моренными. В истоках р. Великой С. Н. Никитин ометил возвышенность, отделенную от расположенной восточнее Валдайской возвышенности меридиональной «заболоченной и лесистой равниной». Как отметил С. Н. Никитин, эта низменная равнина тянется от Великих Лук к Тихвину почти 400 км. Таким образом, следует считать, что С. Н. Никитин впервые выделил в качестве самостоятельных макроформ Северо-Запада Русской равнины Бежаницкую возвышенность и Ловатско-Ильменскую низменность.

Первые сведения по геоморфологии отдельных участков территории Псковской губернии приводятся в отчетах и публикациях отечественных почвоведов, проводивших свои исследования по заданию Министерства Земледелия России (1899-1902 гг.). Исследуя в ходе почвенной съемки материнские послетретичные (четвертичные) рыхлые отложения, они неизбежно описывали и сложенные ими ледниковые формы рельефа. Так Н. М. Сибирцев [42] дал общую характеристику рельефа Опочецкого уезда (бассейн верхнего течения р. Великой). К. Д. Глинка [6; 7] охарактеризовал скопление друмлинов у г. Пскова, дал описание Островской озовой гряды, комплекса озовых гряд южнее г. Опочки, выделил пояса конечно-моренного рельефа в окрестностях гг. Пскова, Новоржева, Пустошки, дал характеристику холмисто-грядового рельефа южной части Бежаницкой возвышенности.

В начале XX в. финским геологом Х. Хаузенем, в ходе исследования четвертичных отложений и ледникового рельефа Северной Эстонии, изучалась и сопредельная часть Псковской губернии, прилежавшая к акватории Псков-

ско-Чудского озера [50]. Составленная этим исследователем карта четвертичных отложений отразила характер размещения и генезис основных форм и комплексов ледникового рельефа этой территории. Кроме того, на опубликованной Х. Хаузеном палеогеографической схеме были впервые показаны моменты стабилизации ледникового фронта последнего материкового оледенения на этапе его деградации и существовавшие у этого отступающего ледникового края подпруженные озерно-ледниковые водоемы.

В 20-30 гг. XX в., в связи со сложившейся политической ситуацией (первая мировая война, революция, гражданская война), на территории Псковской губернии геолого-геоморфологические исследования не проводились. В этот период была опубликована лишь одна работа, основанная на геоморфологических наблюдениях немецкого офицера и геолога Х. Филиппа [53], произведенных им в ходе военных действий на территории западной части Псковской губернии и сопредельных участках Эстонии и Латвии. Х. Филипп выделил здесь ряд комплексов конечно-моренного рельефа (Локновская конечно-моренная дуга, Качановская конечно-моренная гряда, конечно-моренная дуга в окрестностях г. Пскова). Эти комплексы конечно-моренного рельефа он правильно сопоставил с подобными краевыми образованиями на Видземской возвышенности и на возвышенности Хаанья и связал формирование этой единой краевой системы с аккумулятивной деятельностью края самостоятельного Лубанского языка, отходящего в сторону Восточно-Латвийской низменности от ледниковой лопасти, занимавшей впадину оз. Пейпси (Чудского) и низовья бассейна р. Великой.

Несколько позднее, уже в годы, когда западные части современной Псковской области входили в состав буржуазных республик Латвии и Эстонии, выводы Х. Филиппа были подтверждены, дополнены и развиты Э. Краусом [51; 52] и А. Таммеканном [55; 57]. Кроме того, последний исследователь [56] составил первую картосхему древней речной сети для Северной Эстонии и сопредельной западной части Псковской области, на которой показана древняя долина, проходящая по оси Псковско-Чудской впадины и погребенная под толщей четвертичных отложений.

Широкое развитие на территории Северо-Запада Русской равнины четвертичных отложений и необходимость изучения последних в связи с все большим их вовлечением в сферу хозяйственной деятельности человека, явилось причиной выделения четвертичной геологии в самостоятельную ветвь геологической науки. Изучение этих покровных, главным образом ледниковых, отложений было невозможно без привлечения сведений как о рельефе земной поверхности, формы которого обычно сложены этими осадками, так и о природной обстановке времени их аккумуляции, что послужило толчком для развития гляциальной геоморфологии и палеогеографии данного региона. Быстрому развитию этих параллельных научных дисциплин способствовали нужды разработки и осуществления программ социалистического строительства. В эти годы четвертичные отложения, сложенные ими формы рельефа и палеогеографическая обстановка времени их формирования активно изучались различными научными организациями (ЛГУ, Горный институт, Московское и Ленинградское общества испытателей природы, Географическое общество СССР и др.) под руководством Бюро съемки четвертичных отложений при Геологическом комитете и Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР. Обобщение обширного фактического материала по распространению четвертичных отложений и образованных ими форм рельефа, собранного в ходе государственной геологической съемки и полевых исследований отдельных ученых, позволило коллективу авторов под руководством С. А. Яковлева составить в 1932 г. обзорную карту четвертичных отложений на территории Европейской части СССР в масштабе 1:2 500 000. На этой карте достаточно четко выявились пояса краевых ледниковых образований, созданных в моменты стабилизации отступающего ледникового края; площади развития приледниковых озерных водоемов; долины стока талых ледниковых вод, а также другие, ранее не установленные закономерности распространения четвертичных отложений и связанных с ними форм рельефа. По территории Псковской области для составления этой карты были привлечены материалы геологической съемки, проводимой коллективом исследо-

вателей (А. С. Кобозев, Ю. С. Неуструев, С. В. Эпштейн, С. С. Шульц) под руководством И. В. Даниловского, на территории бассейна рек Ловати и Шелони [8; 9], а также материалы полевых исследований В. Я. Филипович (Судомская возвышенность), С. В. Яковлевой (районы гг. Опочка и Великие Луки), А. А. Алейникова [1] по территории водораздела рр. Ловати и Западной Двины.

В 30-40 гг. XX в. в печати появляется ряд публикаций, касающихся общих проблем палеогеографии четвертичного периода Северо-Запада Русской равнины, содержание которых в той или иной степени освещает развитие палеогеографической обстановки, формирование четвертичных отложений и рельефа Псковской области (Марков, 1940; Нейштадт, 1936, 1940; Солоневич, 1935; Сукачев, 1936 [43]; Благоевский, Марков, 1938 [3] и др.). В это же время предпринимаются первые попытки геоморфологического районирования Русской равнины и ее северо-западной части и публикуется ряд схем такого районирования [4; 5; 10; 36; 47 и др.], на которых представлена и территория Псковской области.

С июля 1941 г. по июль 1944 г., в связи с оккупацией территории Псковской области немецко-фашистскими захватчиками, каких-либо геолого-геоморфологических исследований на ее территории не проводилось, и последние возобновились уже в послевоенные годы.

В 50-60 гг. XX в. в ходе комплексной геологической съемки среднего масштаба геологами Северо-Западного Геологического территориального управления и Ленинградского университета (А. Н. Александрова, М. Е. Вигдорчик, Д. И. Гарбар, Ю. И. Гречко, Д. Б. Малаховский, Э. Ю. Саммет, В. А. Селиванова, Е. И. Хавин, А. И. Шмаенок, О. Н. Элкин и др.), были относительно детально изучены рельеф и четвертичные отложения на территории большей части Псковской области. Результаты этих исследований были обобщены и опубликованы в разделах ряда крупных монографий, посвященных геоморфологии и четвертичным отложениям Северо-Запада Европейской части СССР (Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений Северо-Запада Русской равнины, 1961; Геология четвертичных отложений Северо-Запада Европейс-

кой части СССР, 1967; Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада Европейской части СССР, 1969; Последний ледниковый покров на Северо-Западе Европейской части СССР, 1969).

В эти же годы в печати появляется серия статей и монографий, в которых рассматривается морфологическая структура рельефа Северо-Запада Русской равнины и проблемы геоморфологического районирования этой территории (Мещеряков, 1950, 1953[32; 33]; Карандеева, 1957 [27]; Соколов, 1948, 1949, 1955, 1961 [37-40] и др.) и приводится информация о рельефе и четвертичных отложениях Псковской области. Отдельно следует отметить монографию «Судомская возвышенность» (Шульц и др., 1963 [46]), которая является первой публикацией, посвященной конкретной макроформе рельефа Псковской области.

Наиболее плодотворный период исследования особенностей рельефа территории Псковской области связан с открытием в Псковском пединституте кафедры географии и приходом на ее заведование ученого-геоморфолога В. А. Исаченкова, который сумел в течение нескольких лет создать псковскую геоморфологическую школу. Сотрудниками кафедры географии естественно-географического факультета: В. К. Лесненко, Р. А. Зубаковым, В. И. Митасовым, И. И. Михайловым, О. М. Татарниковым, А. И. Слинчаком, А. В. Исаченковым, под руководством В. А. Исаченкова, были проведены обширные полевые комплексные геолого-геоморфологические исследования как на территории Псковской области, так и на смежных с нею территориях Эстонии, Латвии, Белоруссии, Ленинградской, Новгородской и Калининской областей. Результаты этих исследований опубликованы в нескольких монографиях, учебных пособиях и в серии статей [11-26; 29-30; 44 и др.]. В них дана детальная характеристика гляциоморфологической структуры ледникового рельефа области, рельефа поверхности коренных пород, мощности и состава четвертичных отложений, приведены палеогеографические реконструкции условий формирования рельефа в доледниковье, плейстоцене и голоцене, рассмотрены проблемы охраны наиболее достопримечательных форм рельефа области.

Литература

1. Алейников А. А. К вопросу о стратиграфии четвертичных отложений в бассейнах рр. Западной Двины и Ловати // Тр. Секции INQA. Вып. 4. 1934.
2. Анучин Д. Н. Рельеф поверхности европейской России в последовательном развитии о нем представлений // Известия РГО. Т. 26. – СПб. 1895.
3. Благовещенский Г. А., Марков К. К. Ландшафты Северо-Запада СССР (преимущественно Ленинградской области) и их эволюция в позднее- и послеледниковое время // Проблемы физ. Географии. Вып. 5. АН СССР. – М.-Л. 1938.
4. Герасимов И. П. Рельеф и поверхностные отложения Европейской части СССР // Почвы СССР. Т. 1. – М.-Л.: АН СССР. 1939.
5. Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР // Тр. Ин-та географии АН СССР. Вып. 33. 1939.
6. Глинка К. Д. О минералогическом составе псковских глин и типаж выветривания // Зап. Минерал. об-ва. Т. 37. Вып. 2. 1899.
7. Глинка К. Д. Послетретичные образования и почвы Псковской, Новгородской и Смоленской губерний // Ежегодник геол. и минералог. об-ва России. Т. 5. Вып. 4. 1901-1902.
8. Даниловский И. В. Геологическое строение бассейна р. Ловать в пределах 27-го листа 10-верстной геологической карты // Труды УНН. Вып. 125. – Л. 1931.
9. Даниловский И. В. Геологическое строение западной части бассейна оз. Ильмень и правобережья р. Шелони // Труды ВГРО. Вып. 264. – Л. 1932.
10. Добрынин Б. Ф. Геоморфологическое районирование Европейской части СССР // Докл. сов. делегации на Междунар. геогр. конгрессе в Варшаве. – М. БСАМ. 1934.
11. Зубаков Р. А. Геологическое строение // Природа Псковской области. – Псков. отдел ГО СССР. 1974.
12. Исаченков В. А. О некоторых особенностях новейших и молодых тектонических движениях Северо-Запада Русской равнины // Современные движения земной коры. – Тарту. 1965.
13. Исаченков В. А. Приледниковые водоёмы Псковской низины // История озер Северо-Запада. – Л. 1967.
14. Исаченков В. А. О левонской куэсте на территории Псковской области // Уч. зап. Псковского пед. ин-та. География и биология. 1969. Вып. 22.
15. Исаченков В. А. О новейших тектонических движениях Печорского купола Хааньяско-Локновского тектонического поднятия // Структурно-геоморфологические исследования при нефтегазописковых работах. – Л. 1969.
16. Исаченков В. А. Новые данные о куэстовом рельефе северо-запада Русской равнины // Вестник МГУ. Сер. V. 1970.
17. Исаченков В. А. Краевые образования и некоторые особенности отступания валдайского ледника на территории Псковской области // Краевые образования материковых оледенений. – М. 1972.
18. Исаченков В. А. Рельеф // Природа Псковской области. – Псков. отдел. ГО СССР. 1974.
19. Исаченков В. А. Происхождение крупных форм рельефа северо-запада Русской равнины // Геоморфология. № 4. 1981.
20. Исаченков В. А., Митасов В. И. Об Усвятской дуге краевых образований // Краевые образования материковых оледенений. – М. 1972.
21. Исаченков В. А., Петров Г. Н., Михайлов И. И. О гляциоморфологическом строении Великолукской дуги краевых образований // Краевые образования материковых оледенений. – М. 1972.
22. Исаченков В. А. Проблемы морфоструктуры и древнеледниковой морфоструктуры. – Л.: Наука. 1988.
23. Исаченков В. А., Татарников О. М. Происхождение и типы островных возвышенностей северо-запада Русской равнины // Вест. МГУ. Сер. V. № 5. 1972.
24. Исаченков В. А., Татарников О. М. Островные возвышенности северо-запада Русской равнины, их положение в системе краевых образований валдайского ледника // Ледниковый морфогенез. – Рига. 1972.
25. Исаченков В. А., Татарников О. М., Митасов В. И., Михайлов И. И. Некоторые вопросы происхождения поверхности дочетвертичных пород северо-запада Русской равнины // Долодниковый рельеф Северо-Запада Русской равнины. ГО СССР. 1982.
26. Исаченков В. А., Исаченков А. В. Некоторые особенности сочленения краевых образований маргинальных и ледораздельных возвышенностей северо-запада Русской равнины // Исследование развития скандинавского ледникового покрова на территории СССР. – Апатиты. Кольский ф-л АН СССР. 1981.
27. Карандеева М. В. Геоморфология Европейской части СССР. – М.: МГУ. 1957.
28. Карпинский А. П. Очерки геологического прошлого России // Природа. – Петроград. 1919.
29. Лесненко В. К., Абросов В. Н. Озера Псковской области. – Псков. 1973.
30. Лесненко В. К., Исаченков В. А. К вопросу о происхождении гляциогенных котловин на территории Псковской области // Региональные исследования ледниковых образований. М-лы IV Всесоюзн. межведомст. совещ. по изуч. краевых образований материк. оледенения. – Рига. 1972.
31. Лукина Т. А. Иван Иванович Лепехин. – М.-Л. 1965.
32. Мещеряков Ю. А. О морфологической структуре северо-запада Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. Т. XIV. Вып. 5. 1950.
33. Мещеряков Ю. А. О происхождении крупных форм рельефа Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. географ. № 5. 1953.
34. Никитин С. Н. Общая геологическая карта России, лист 56 // Тр. геолог. комитета. Т. 1. № 2. 1884.
35. Никитин С. Н. Геологические наблюдения по строящимся линиям Московско-Виндавской ж. д. // Изв. геолог. комитета. Т. 17. № 7. 1898.
36. Соболев Д. Н. Ледниковая формация северной Европы и геоморфологическое расчленение Русской равнины // Изв. РГО. Т. 56. Вып. 1, 2. 1924.

37. Соколов Н. Н. О геоморфологических провинциях Русской равнины // Тр. Почвенного ин-та АН СССР. Т. 27. – М.-Л. 1948.
38. Соколов Н. Н. Геологическое строение и история развития рельефа // Северо-Запад РСФСР. – М.-Л.: АН СССР. 1948.
39. Соколов Н. Н. Особенности развития рельефа северо-запада Русской равнины и их влияние на ландшафт // Чтения памяти акад. Л. С. Берга.– М.-Л.: АН СССР. 1955.
40. Соколов Н. Н. Принципы геоморфологического разделения Русской равнины // М-лы всесоюз. совещ. по изуч. четвертич. периода. Т. 2. – М. 1961.
41. Севергин В. М. Записки путешествия по западным провинциям Российского государства. – СПб.: Росс. АН. 1803.
42. Сибирцев Н. М. Почвы в бассейне верхнего течения реки Великой // Опочецкий уезд Псковской губернии. Т. 2. – Псков. 1900.
43. Сукачев В. Н. Основные пути развития растительности СССР во время плейстоцена // М-лы по четвертич. периоду СССР. – Л.-М. АН СССР. 1936.
44. Татарников О. М. Морфолитогенез в условиях таяния мертвого льда // Дисс. на соиск. уч. степени д. г. н. – М.: МГУ. 1999.
45. Тилло А. А. Орография Европейской России на основании гипсометрической карты // Изв. РГО. Т. 26. 1890.
46. Шульц С. С. и др. Судомская возвышенность (геолого-геоморфологический очерк). – М.-Л.: АН СССР. 1963.
47. Яковлев С. А. Геоморфология и четвертичные отложения Европейской части СССР и ее окраин // Растительность СССР. Т. 1.– М.-Л.: АН СССР. 1938.
48. Grevingk C. Geologie von Liv- und Kurland mitiberriff einiger augrenzeuden Gebiettr // Arch. f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, Ser 1. bd. 2, 1862. – S. 479-776.
49. Haugen H. Materialich zur Kennthis der Pleistozanen Bildungen in der russischen Ostseelandern // Fennia, 34, № 2, 1913. – 182 p.
50. Hausen H. Uber die Entwicklung der Oberflachenformen in den russischen Ostseelandern und angrenzenden Gouvernements in der Quartarzeit // Fennia, 42. № 3, 1936. – 142 p.
51. Kraus E. Tertiär und Quartar des Ostbalticum // Ostbaltikum, T. 2. – Berlin, 1928. – 142 S.
52. Kraus E. Die Quartar-Unterflache in Lettland // Z. Dtsch. geol. Ges., Bd. 89, H. 3, 1937.
53. Philipp H. Beitrag zur Kenntnis des Endmoräneverlaufs im Ostlichen Baltikum // Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie. Bd. 4. H. 2. – Stuttgart, 1921. – S. 9-34.
54. Rosen F. Die Chemisch – geognostischen Verhältnisse der devonnischen Formation des Danathals in Livund Kurland und der Welikayahals bee Pleskau // Arch. f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, ser. 1, bd. 3, 1862. – S. 105-204.
55. Tammekan A. Die Endmoränen in Estland // C. R. du Congres International de Geographie Amsterdam. Union Geographique Internationale. – Leiden, 1938. – S. 251-256.
56. Tammekan A. Das Relief und die Abflussverhältnisse in Estland // Tallin (2 Baltische hydrologische und hydrometrische Konferenz), 1928. – S.5.
57. Tammerkan A. Mannerjaa viimane restsessioon ja otsmoreenid // Ettekannete kokuvotted (4 Eesti loodusteadlaste paev 18. ja 19 martsil 1940 Tartus). – Tartu, 1940.

О. А. Лебедева

ЭКОСИСТЕМА ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВЕЛИКОЙ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПСКОВСКО-ЧУДСКОЕ ОЗЕРО

Река Великая – самая большая и многоводная река в Псковской области. Она собирает воду с половины ее территории и во многом определяет не только водный баланс Псковско-Чудского озера, но, к сожалению, является и источником антропогенного загрязнения уникального водоема.

Экосистема дельты – это экологический барьер между экосистемой реки Великой и экосистемой Псковского озера.

Устьевой участок р. Великой – специфическая подсистема в экосистеме речного бассейна р. Великой, в которой происходит вза-

имодействие и трансформация различных по своим динамическим, физическим, химическим и биологическим свойствам первичных водных масс – речной и водоприемного бассейна. Это уникальный природный комплекс, где сосредоточены нерестилища многих видов рыб, места гнездования птиц, встречаются редкие виды флоры и фауны. Большая часть дельты входит в состав заказника «Псковско-Чудская приозерная низменность».

Исследования экологической обстановки в этом регионе показали, что влияние антропогенного фактора на эту систему приняло