

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.435.83

doi: 10.17072/2079-7877-2024-3-6-13

### ГЕНЕЗИС ОЗЕРА ТУГАР-САЛГАН В ЗАПАДНЫХ ПРЕДГОРЬЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

**Александр Ильич Смирнов**

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН),  
г. Уфа, Россия  
smalil@mail.ru

**Аннотация.** Озеро Тугар-Салган находится на территории Ишимбайского муниципального района Республики Башкортостан в 10 км к юго-востоку от г. Стерлитамак у подножья шихана Торатау. Несмотря на давно определенные морфометрические параметры озера, происхождение его в полной мере не выяснено. Генезис озера считается карстовым, но механизм образования и даже принадлежность его к типу карста по составу карстующихся пород не определены. Целью исследований является определение условий и факторов формирования озера Тугар-Салган – комплексного памятника природы республиканского значения. Исходными сведениями для статьи послужили данные государственной гидрогеологической съемки, съемки экзогенных геологических процессов и результаты полевых исследований автора 2022 г. Методы исследований – морфологическое и морфометрическое обследования чаши озера и ближайших форм рельефа его окрестностей. Установлено, что озеро расположено в тыловой части третьей надпойменной террасы долины р. Белой, а его образование связано с развитием карстового процесса в гипсах кунгурского яруса ранней перми. Распространение поверхностных проявлений сульфатного карста в районе озера находится в прямой зависимости от возраста элементов рельефа, на котором они сформированы и в обратной зависимости от мощности покрывающих карстующиеся гипсы некарстующихся отложений. Наряду с этим, главным фактором образования озера является ход формирования рельефа в неоген-четвертичное время. Карстовая котловина с озером находится в устье современного полуслепого эрозионно-карстового лога, а в раннем плейстоцене устье его открывалось в 8–9 км западнее, в палеодолине р. Белой. После заполнения палеодолины плейстоценовыми, а затем и плейстоценовыми осадками, средняя и устьевая части лога, а также карстовые формы рельефа были погребены под четвертичным аллювием. В тыловой части третьей надпойменной террасы долины р. Белой, в карстовой котловине, только частично заполненной глинистыми среднеплейстоценовыми осадками, и сформировалось озеро Тугар-Салган.

**Ключевые слова:** Республика Башкортостан, Ишимбайский район, Южное Предуралье, сульфатный карст, эрозионно-карстовый лог

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках государственной бюджетной темы № FMRS-2022-0010.

**Для цитирования:** Смирнов А.И. Генезис озера Тугар-Салган в западных предгорьях Южного Урала // Географический вестник = Geographical bulletin. 2024. № 3 (70). С. 6–13. doi: 10.17072/2079-7877-2024-3-6-13

## PHYSICAL GEOGRAPHY, LANDSCAPES AND GEOMORPHOLOGY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2024-3-6-13

### THE GENESIS OF LAKE TUGAR-SALGAN IN THE WESTERN FOOTHILLS OF THE SOUTHERN URALS

**Aleksandr I. Smirnov**

Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia  
smalil@mail.ru

**Abstract.** Lake Tugar-Salgan is located on the territory of the Ishimbay Municipal District of the Republic of Bashkortostan, 10 km southeast of the city of Sterlitamak, at the foot of Shikhan Toratau (Turataw). Despite the morphometric parameters of the lake established a long time ago, its origin is not fully clear. The genesis of the lake is considered to be karstic, but the formation mechanism and even its belonging to the type of karst based on the composition of the karst rocks have not been established. The purpose of the research is to determine the conditions and factors of the formation of Lake Tugar-Salgan, which is a complex natural monument of republican importance. Data from a state hydrogeologic survey, a survey of exogenous geologic processes, and the author's 2022 field survey served as source data for this article. Research methods employed in the study include morphological and morphometric surveys of the lake bed and of the nearest landforms in its vicinity. It has been established that the lake formation was connected with the development of karst process in the gypsum of the Kungurian Stage of the Early Permian and the lake is located in the rear part of the



Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.

third supra-flood terrace of the Belaya River valley. The distribution of surface manifestations of sulfate karst in the lake area is directly dependent on the age of relief elements on which they have been formed and inversely dependent on the thickness of non-karst sediments covering karst gypsum. Along with these, the main factor of the lake formation is the course of relief formation in the Neogene-Quaternary time. The karst basin with the lake is located at the mouth of the modern semi-blind erosion-karst ravine, and in the Early Pliocene its mouth opened 8–9 km to the west in the paleovalley of the Belaya River. After the paleovalley had been filled with Pliocene and then Pleistocene sediments, the middle and mouth parts of the ravine and the karst landforms were buried under Quaternary alluvium. It was in the rear part of the third supra-floodplain terrace of the Belaya River valley, in the karst basin only partially filled with clayey Middle Pleistocene sediments, where Lake Tugar-Salgan was formed.

**Keywords:** Republic of Bashkortostan, Ishimbay District, Southern Urals, sulfate karst, erosion-karst log, paleovalley

**Funding.** The study was carried out under state budget topic No. FMRS-2022-0010.

**For citation:** Smirnov, A.I. (2024) The genesis of Lake Tugar-Salgan in the western foothills of the Southern Urals. *Geographical Bulletin*. No. 3 (70). Pp. 6–13. doi: 10.17072/2079-7877-2024-3-6-13

### Введение

Озеро Тугар-Салган («Озеро, которое поглотило лошадь», или «Обернулся и потерял», башк.) находится в северо-западной части Ишимбайского муниципального района Республики Башкортостан (РБ) в ~10 км к юго-востоку от юго-восточной окраины г. Стерлитамак, в 1,4 км к северу от вершины шихана Торатау и в 0,8 км к северу от его подножья (рис. 1 и 2).

Длина озера 385–395 м (СЮ), ширина 260 м (ЗВ) [4], в центре озера имеется небольшой карстово-эрозионный остров – останец (рис. 1 и 2). Питание озера преимущественно атмосферное, вода пресная и по химическому составу пригодная для питья. С. Пахотин, А. Беспамятный и Е. Гакашина в августе 2020 г. обследовали дно озера с использованием эхолота и составили 3D-карту озера. Ими установлено, что глубина его почти повсеместно не превышает 15 м и лишь на одном небольшом участке достоверно зафиксирована глубина в 28 м [3]. Дно озера сильно заилено.

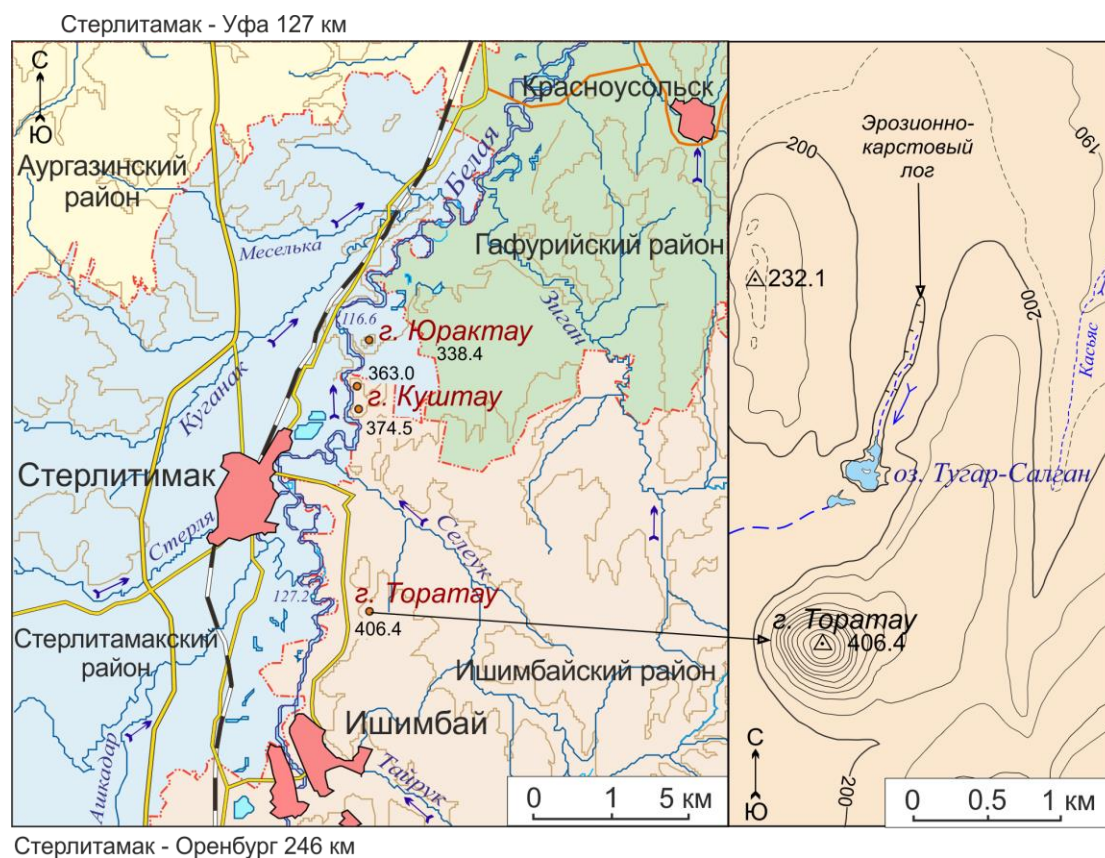


Рис. 1. Обзорная карта озера Тугар-Салган. Составил А.И. Смирнов, 2023 г.

Fig. 1. Overview map of Lake Tugar-Salgan. Prepared by A.I. Smirnov, 2023

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.



Рис. 2. Общий вид озера Тугар-Салган с северного склона г. Торатау и вид его (в нижнем левом углу рисунка) с юго-восточного берега. Фото А.И. Смирнова и Ш.И. Муслухова

Fig. 2. General view of Lake Tugar-Salgan from the northern slope of Toratau and its view (in the lower left corner of the picture) from the southeastern shore. Photo by A.I. Smirnov and Sh.I. Muslukhov

Озеро Тугар-Салган является комплексным памятником природы, образованным Постановлением СМ Башкирской АССР от 26.12.1985 № 212 [4].

Сведения об озере Тугар-Салган содержатся в ряде публикаций [1; 3; 12; 13 и др.]. Однако все они ограничиваются лишь морфометрическими параметрами озера и констатацией его карстового происхождения, но без характеристики условий образования озера и даже принадлежности его чаши к определенному типу карста по составу карстующихся пород.

У южного берега озера, перед входом на огороженную его территорию, установлен баннер «Геология озера Тугар-Салган» (рис. 3). Автор баннера не указан. Текстовая часть его представлена компиляционной выдержкой из Реестра ООПТ РБ [4, С. 212], графическая – блок-схемой карбонатного карстового массива, заимствованной, по мнению автора, из сети Интернет (<https://prirodainfo.ru/wp-content/uploads/2021/05/karst-formy-reljefa.jpg>), без конкретной привязки к местности. Под блок-схемой указывается, что озеро образовалось в карстовой котловине в результате растворения карбонатных (известняки) и сульфатных (гипсы) пород. Как будет показано ниже, возникновение озера связано исключительно с развитием сульфатного карста.

Таким образом, степень изученности озера Тугар-Салган в части его происхождения явно недостаточная.

**Цель и исходные данные.** Целью исследований является уточнение условий и факторов формирования озера Тугар-Салган. Исходными сведениями для исследований послужили данные геологических съемок (Синицын И.И., 1962 г.; Имаев Е.А., 1963 г.; Князев Ю.Г., 2020 г.; Утаев М.Ф., 2021 г.)<sup>1</sup>, а также гидрогеологической съемки (Верзаков М.С., Постникова Л.М., 1964 г.), съемки экзогенных геологических процессов (Смирнов А.И., Ткачев В.Ф., 1986 г.) и данные полевых исследований автора 2022 г.

**Методы исследований** – морфологическое и морфометрическое обследования чаши озера и ближайших форм рельефа его окрестностей.

### Общие сведения о районе исследований

**В орографическом отношении** озеро Тугар-Салган и его ближайшие окрестности находятся в пределах холмисто-увалистых предгорий западного склона Южного Урала [8]. К западу от озера простираются широкие и плоские речные террасы долины р. Белой с абсолютными отметками от 130 до 160 м. С востока, северо- и юго-востока озеро окружают выположенные водораздельные пространства Тайрук-Селеукского междуречья с абсолютными отметками до 230 м. В 1,4 км к запад-юго-западу от озера находится самый высокий шихан Торатау (406,4 м, абс.), возвышающийся над окружающей местностью на 220–240 м (рис. 1).

<sup>1</sup> Здесь и далее в круглых скобках приведены авторы и годы составления производственных отчетов, хранящихся в Башкирском республиканском геологическом фонде Минэкологии РБ и в Башкортостанском филиале ТФГИ по Приволжскому федеральному округу.



Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.



Рис. 3. Баннер озера Тугар-Салган. Автор не указан. Фото А.И. Смирнова, 2022 г.  
Fig. 3. Banner of Lake Tugar-Salgan. The author is not specified. Photo by A.I. Smirnov, 2022

**В геолого-тектоническом отношении** озеро Тугар-Салган находится на восточном борту Предуральяского прогиба [5]. К западу от него развиты аллювиальные среднеплейстоцен-голоценовые образования, верхняя часть которых мощностью до 8 м представлена супесями, суглинками и глинами, нижняя – песчано-гравийными и гравийно-галечными отложениями средней мощностью около 10 м. К востоку, северо- и юго-востоку от озера развиты породы кунгурского яруса ранней перми мощностью 100–400 м. Представлены они гипсами с тонкими прослоями мергелей и песчаников. Под гипсами на различной глубине (до 50 м) залегают ангидриты с прослоями доломитов. Шихан Торатау сложен рифогенными известняками ассельского, сакмарского и артинского ярусов нижней перми общей мощностью не менее 700–800 м, окруженных более молодыми осадочными породами.

**В геоморфологическом отношении** район исследований характеризуется структурно-денудационным типом рельефа. В конце миоцена, после общей пенеплинизации Южного Урала и Предуралья (около 20 млн лет), район озера испытал значительное региональное поднятие и вступил в фазу континентального режима формирования рельефа. Основные черты его сформировались к раннему плиоцену (около 5 млн лет) [2; 6; 7; 15].

**Климат** района исследований континентальный со среднегодовой температурой 2,4 °С (здесь и далее данные по гидрометеостанции «Стерлитамак»). Самым жарким месяцем года является июль со средней температурой воздуха 19,0–19,8 °С и абсолютным максимумом 40,2 °С (1952 г.), а самым холодным – январь с абсолютным минимумом 47,6 °С (1943 г.) и средней температурой 15,5–15,7 °С. Годовая сумма осадков составляет в среднем 460 мм, из которых 60–70 % приходится на тёплый период года.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.

**Гидрогеологические условия** на уровне современного активного водообмена подземных вод в районе озера представлены двумя основными водоносными горизонтами: аллювиальным плейстоценовым и кунгурским. Первый приурочен к песчано-галечным и суглинистым отложениям речных террас, второй – к галогенным породам кунгурского яруса и содержит трещинно-карстовые воды.

Воды аллювиального водоносного горизонта в основном соответствуют ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая», а воды кунгурского горизонта из-за повышенной минерализации (1,9–3,0 г/дм<sup>3</sup>) не пригодны для питьевого водоснабжения [10].

Особенностью гидрогеологических условий кунгурского водоносного горизонта, оказывающих существенное влияние на развитие карстовых форм, является наличие поноров, переводящих поверхностный сток в подземный.

Состав вод кунгурского водоносного горизонта сульфатный кальциевый с минерализацией 2,0–2,2 г/дм<sup>3</sup> [10].

Шихан Торатау в гидрогеологическом отношении, по мнению ряда исследователей (Сыров Х.П., 1954 г.; Рудченко Л.А., 1964 г.; Верзаков М.С., Постникова Л.А., 1964 г. и др.), представляет собой изолированную гидрогеологическую структуру нижнепермских рифов. На уровне современного эрозионного вреза он содержит инфильтрационные воды грунтового типа в ассельско-артинских карбонатах, пригодные для питья, с минерализацией воды до 0,5 г/дм<sup>3</sup>.

### Результаты исследований

**Типы карста.** В общей схеме районирования карста Южного Урала и Предуралья [9] озеро Тугар-Салган находится на восточной окраине карстовой страны Восточно-Европейской равнины.

Климато-метеорологические факторы района озера определяют однотипный характер развития карста по условиям питания карстовых вод. По соотношению осадков и испарения район исследований, как и вся территория Южного Предуралья (за исключением Уфимского плато, входящего в зону избыточного увлажнения), относится к карсту умеренного питания подземных вод с коэффициентом увлажнения около единицы.

На основе анализа собранного материала (см. выше исходные данные) составлена карта карста озера Тугар-Салган и его окрестностей (рис. 4), на которой отражены типы карста по составу карстующихся пород, его поверхностные и подземные формы.

На рассматриваемой территории развит преимущественно сульфатный карст и только на шихане Торатау – карбонатный. Характеристика карбонатного карста достаточно подробно приведена в [11].

Озеро Тугар-Салган и его ближайшие окрестности находятся в районе распространения сульфатного карста, обусловленного его развитием в гипсах кунгурского яруса ранней перми. Обнажения их наблюдаются в бортах крупных карстовых воронок и котловин, а у северного подножья шихана Тоаратау, в 0,7 км к юго-западу от озера, в гипсах зафиксирована небольшая пещера (рис. 4) [11].

**Закономерности распространения карстовых форм.** В днище долины р. Белой карстовые формы рельефа представлены блюдце-, реже чашеобразными воронками с поперечником обычно до 50 м и глубиной не более 15 м. Хорошо выраженной особенностью их распространения является прямая связь частоты встречаемости карстовых воронок и образованных ими полей от возраста поверхностей, на которых они сформированы. Минимальна она на самых молодых элементах рельефа – пойме и первой надпойменной террасе долины р. Белой, а также её притоков (голоцен и верхний плейстоцен). Неглубокие (не более 3 м) и небольшие по размерам (до 20–25 м) карстовые воронки на них встречаются очень редко, а наиболее значительные из них распространены в границах третьей надпойменной террасы (средний плейстоцен). При этом на высоких речных террасах глубины воронок увеличиваются до 15 м, что обусловлено увеличением в их пределах мощности зоны аэрации.

На водораздельных пространствах, формирование которых началось ещё в раннем плиоцене [2; 7; 14], карстовые формы рельефа распространены в основном в придолинной части р. Белой на увале с абсолютной отметкой 232,1 м (рис. 4). Гипсы кунгура здесь выведены на поверхность или прикрыты маломощным (не более 5 м) чехлом элювия-делювия. Представлены они чаше- и конусообразными воронками диаметром 10–50 м и глубиной до 15 м. Плотность воронок в пределах образованных ими карстовых полей достигает 200 шт. на 1 км<sup>2</sup>. К юго-востоку от указанного увала, где мощность суглинисто-глинистого неоген-четвертичного элювия-делювия превышает более 10 м, современные карстовые формы рельефа практически не встречаются.

Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология  
Смирнов А.И.

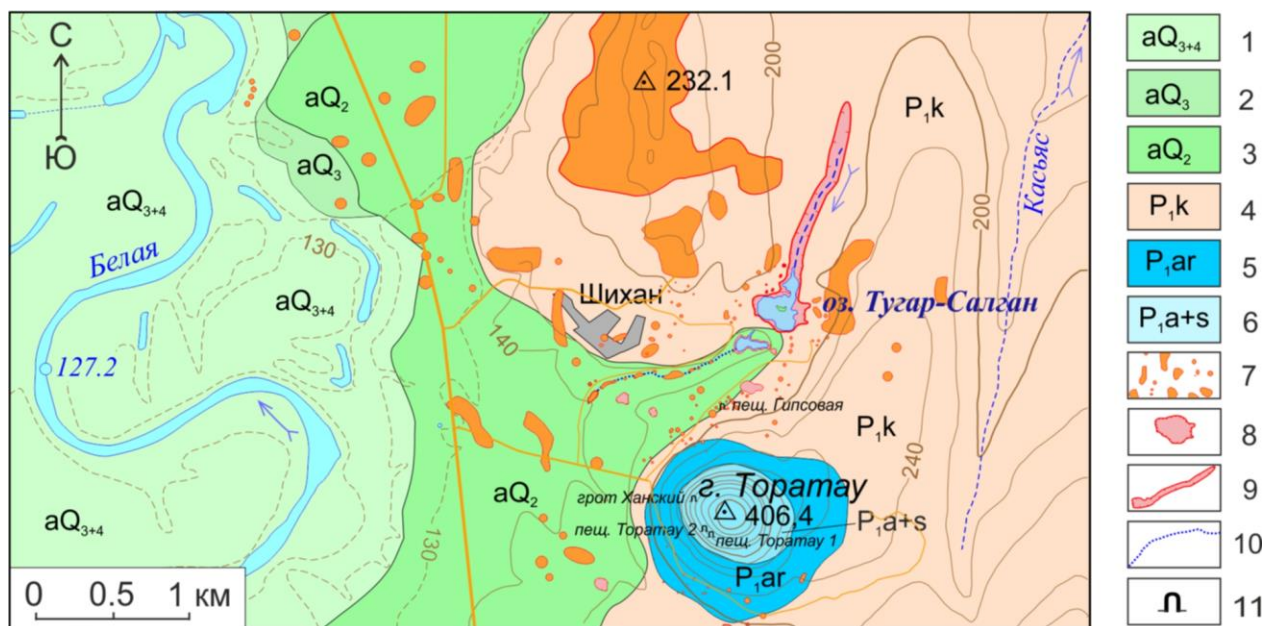


Рис. 4. Карта карста озера Тугар-Салган и его окрестностей. Составил А.И. Смирнов, 2023 г.

Условные обозначения. Типы карста: по составу карстующихся пород и характеру их перекрытия некарстующимися отложениями. Сульфатный: 1–3 – перекрытый (подаллювиальный или камский), 4 – покрытый (подэлювиальный или средневропейский); карбонатный: 5 – перекрытый (подколлювиально-делювиальный), 6 – открытый (голый или средиземноморский). Геологические индексы горных пород: aQ<sub>3+4</sub> – неоплейстоцен верхнее звено и голоцен (аллювий поймы и I надпойменной террасы долины р. Белой), aQ<sub>3</sub> – неоплейстоцен верхнее звено (аллювий II надпойменной террасы долины р. Белой), aQ<sub>2</sub> – неоплейстоцен среднее звено (аллювий III надпойменной террасы долины р. Белой). Приуральский (ранний) отдел пермской системы: P<sub>1k</sub> – кунгурский ярус, P<sub>1ar</sub> – артинский ярус, P<sub>1a+s</sub> – ассельский и сакмарский ярусы объединённые; 7 – карстовые поля и отдельные воронки; 8 – карстовые котловины; 9 – эрозивно-карстовый лог; 10 – предполагаемый подземный поток; 11 – пещера, грот

Fig.4. Karst map of Lake Tugar-Salgan and its vicinity. Prepared by A.I. Smirnov, 2023

Legend. Types of karst: by composition of karst rocks and character of their overlapping with non-karst sediments. Sulphate: 1–3 – overlapped (suballuvial or Kama); 4 – covered (subeluvial or Middle European); carbonate: 5 – covered (subcoluvial-deluvial); 6 – open (bare or Mediterranean). Geological indices of rocks: aQ<sub>3+4</sub> – Upper Neopleistocene and Holocene (alluvium of the floodplain and I supra floodplain terrace of the Belaya River valley); aQ<sub>3</sub> – Upper Neopleistocene (alluvium of II supra floodplain terrace of the Belaya River valley); aQ<sub>2</sub> – Middle Neopleistocene (alluvium of III supra floodplain terrace of the Belaya River valley). Ural (early) section of the Permian system: P<sub>1k</sub> – Kungurian Stage, P<sub>1ar</sub> – Artinskian Stage, P<sub>1a+s</sub> – Asselian and Sakmarian stages combined; 7 – karst fields and separate sinkholes; 8 – karst basins; 9 – erosion-karst ravine; 10 – supposed underground stream; 11 – cave, grotto

Таким образом, распространение поверхностных проявлений сульфатного карста в окрестностях озера находится в прямой зависимости от возраста элементов рельефа, на котором они сформированы, и в обратной зависимости от мощности покрывающих карстующиеся гипсы некарстующихся отложений.

Подземные формы проявления сульфатного карста в окрестностях озера представлены только одной пещерой – Гипсовой (рис. 4) – длиной 8 м [11]. Это пещера-понор, которая дренирует водоносный горизонт гидрогеологической структуры нижнепермского рифа Торатау и уводит через понор подземный сток инфильтрационных вод в четвертичный аллювий долины р. Белой. Других пещер по берегам озера и в ближайших его окрестностях в гипсах кунгура на 01.01.2023 не зафиксировано.

**Образование озера Тугар-Салган**, по мнению автора, объясняется ходом формирования рельефа в неоген-четвертичное время и представляется следующим образом.

Карстовая котловина с озером находится в устье современного полуслепого эрозивно-карстового лога, верховье которого расположено в 1,6–1,7 км севернее озера (рис. 4). В раннем плиоцене Южное Предуралье испытало значительное региональное поднятие, которое обусловило глубокий врез речных долин [5; 6; 15] и резкую активизацию развития экзогенных геологических процессов, в том числе и карста. Вполне естественно, что устье лога в это время открывалось в палеодолине р. Белой, глубина вреза которой на широте г. Стерлитамака по отношению к её современному руслу достигало 110 м (Верзаков, Постникова, 1964 г.). После заполнения палеодолины плиоценовыми, а затем и плейстоценовыми осадками средняя и устьевая части лога были погребены четвертичным аллювием. Тальвег погребённого

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
Смирнов А.И.

лога, заложенного в раннем эоплейстоцене (2,5–2,6 млн лет), а, возможно, и много раньше, чётко прослеживается цепочкой современных карстовых воронок, протягивающейся к западу от озера на поверхности третьей надпойменной террасы долины р. Белой (рис. 4). В тыловой части третьей надпойменной террасы долины р. Белой в карстовой котловине, только частично заполненной глинистыми среднеплейстоценовыми осадками, и сформировалось озеро Тугар-Салган. Приуроченность озера к тыловой части III надпойменной террасы долины р. Белой позволяет предполагать, что озеро начало формироваться после заполнения устьевой и средней части эрозионно-карстового лога в среднем неоплейстоцене (рис. 4).

### Заключение

Исследованиями установлено.

Условием образования озера является развитие сульфатного карста в гипсах кунгурского яруса раннепермской системы. Оно сформировалось в карстовой котловине в устье современного полуслепого эрозионно-карстового лога, заложенного ещё в раннем плиоцене.

Определяющим фактором образования озера является ход формирования рельефа в неоген-четвертичное время. Исходя из расположения современных элементов рельефа, озеро начало формироваться в конце среднего неоплейстоцена после накопления аллювиальных отложений III надпойменной террасы долины р. Белой.

Полученные результаты исследований дополняют характеристику ранее отсутствующими данными о генезисе и возрасте комплексного памятника природы озера Тугар-Салган, которые имеют важное значение для дальнейших палеогеографических исследований.

### Библиографический список

1. Антонов К.В., Грабовская А.П. Стерлитамакские шиханы: от истоков геологической истории образования до наших дней // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: мат-лы Всероссийской научно-исследовательской конференции, Оренбург, 25 апреля 2019 года. Оренбург: Южный университет (ИУБиП), 2019. С. 56–59.
2. Борисевич Д.В. Неотектоника Урала // Геотектоника. 1992. № 1. С. 57–67.
3. Пахотин С. Экспедиция на озеро Тугар-Салган и шихан Торатау. Свердловское областное отделение Русского географического общества. URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/ekspediciya-na-ozero-tugar-salgan-i-shihan-toratau>.
4. Реестр особо охраняемых природных территорий республиканского значения: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2020, ООО «Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности», 2020, ФГБНУ Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, 2020. Изд. 4-е, перераб. Воронеж: ИП Коновалов И.С., 2020. 404 с.
5. Пучков В.Н. Особенности геологического строения геопарка «Торатау» // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 18–49. doi: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>.
6. Рождественский А.П. Новейшая тектоника и развитие рельефа Южного Приуралья. М.: Наука, 1971. 286 с.
7. Рождественский А.П. Новейший тектогенез и современная гидросфера // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды: матер. междунар. науч.-практ. конф. Пермский ун-т. 1997. С. 79–80.
8. Смирнов А.И. Генетические типы и формы рельефа // Атлас Республики Башкортостан. Правительство Республики Башкортостан. Уфа, 2005. С. 65.
9. Смирнов А.И. Виды и современная активность развития опасных геологических процессов на Южном Урале и в Предуралье // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2022. № 2. С. 338–347.
10. Смирнов А.И., Соколов Ю.В. Ишеевский участок – уникальный карстово-спелеологический объект Южного Предуралья. Известия Русского географического общества. 2021. Т. 153, № 3. С. 63–75. doi: <http://doi.org/10.31857/S086960712103006X>.
11. Смирнов А.И., Соколов Ю.В., Муслухов Ш.И. Спелеологические объекты шихана Торатау. Геологический вестник. 2022. № 3. С. 114–127. doi: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2022-3-10>
12. Хисматуллин И.Р. Стерлитамакские шиханы: современное состояние и природоохранное положение комплексных памятников природы // Вестник магистратуры. 2014. № 5-1 (32). С. 52–55.
13. Хисматуллин И.Р. Стерлитамакские шиханы: история исследования и научное значение геологических памятников природы // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 407–409.
14. Яхимович В.Л. Этапы геологического развития Башкирского Предуралья в неогене // Стратиграфия неогена востока Европейской части СССР. М.: Недра, 1971. С. 45–64.
15. Яхимович В.Л. и др. Характеристика геологических рубежей в плиоцене и плейстоцене Волго-Уральской ой области / Плиоцен и плейстоцен Волго-Уральской области. М.: Наука, 1981. 175 с.

### References

1. Antonov K.V., Grabovskaja A.P. Sterlitamakskie shihany: ot istokov geologicheskoy istorii obrazovaniya do nashih dnei // Molodezhnaja nauka v XXI veke: tradicii, innovacii, vektory razvitiya: mat-ly Vserossijskoj nauchno-issledovatel'skoj konferencii. 2019. P. 56–59, Russia.
2. Borisевич D.V. Neotektonika Urala // Geotektonika. 1992. № 1. P. 57–67, Russia.
3. Pahotin S. Ekspediciya na ozero Tugar-Salgan i shihan Toratau. Sverdlovskoe oblastnoe otdelenie Russkogo geograficheskogo obshchestva. URL: <https://www.rgo.ru/ru/article/ekspediciya-na-ozero-tugar-salgan-i-shihan-toratau>, Russia.
4. Reestr osobo ohranyaemy`x prirodny`x territorij respublikanskogo znacheniya: Ministerstvo prirodopol`zovaniya i e`kologii Respubliki Bashkortostan, 2020, ООО "Nauchno-issledovatel`skij institut bezopasnosti zhiznedeyatel`nosti", 2020, FGBNU Ufimskij institut biologii UFICz RAN, 2020. Izd. 4-e, pererab. Voronezh: IP Konovalov I.S., 2020. 404 p, Russia.
5. Puchkov V.N. Osobennosti geologicheskogo stroeniya geoparka "Toratau" // Geologicheskij vestnik. 2019. № 3. P. 18–49, Russia. doi: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>

*Физическая география, ландшафтоведение и геоморфология*  
*Смирнов А.И.*

6. Rozhdestvenskij A. P. Novejshaya tektonika i razvitie rel'efa Yuzhnogo Priural'ya. M.: Nauka, 1971. 286 p, Russia.
7. Rozhdestvenskij A.P. Novejshij tektogenez i sovremennaya gidrosfera // Inzhenerno-geologicheskoe obespechenie nedroispol'zovaniya i ohrany` okruzhayushhej sredy`: Mater. / Mezhdunar. nauch./prakt. konf. Permskij un-t, 1997. P. 79–80, Russia.
8. Smirnov A.I. Geneticheskie tipy i formy rel'efa // Atlas Respubliki Bashkortostan. Pravitel'stvo Respubliki Bashkortostan. Ufa, 2005. P. 65, Russia.
9. Smirnov A.I. Types of karst and modern activity of its development in the Southern Urals and in the Cis-Urals; Materials of the International Symposium "Karst studies – XXI century: theoretical and practical value", Perm, 2004, P. 90–94, Russia.
10. Smirnov A.I., Sokolov Yu.V. Isheevskij uchastok – unikal'nyj karstovo-speleologicheskij ob"ekt Yuzhnogo Predural'ya Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva. 2021. T. 153. № 3. P. 63–75, Russia.
11. Smirnov A.I., Sokolov Yu.V., Musluhov Sh.I. Speleologicheskie ob"ekty shihana Toratau. Geologicheskij vestnik. 2022. № 3. P. 114–127, Russia. doi: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2022-3-10>
12. Xisimatullin I.R. Sterlitamakskie shixany`: sovremennoe sostoyanie i prirodooxrannoe polozhenie kompleksny`x pamyatnikov prirody` // Vestnik magistratury`. 2014. № 5-1 (32). P. 52–55, Russia.
13. Xisimatullin I.R. Sterlitamakskie shixany`: istoriya issledovaniya i nauchnoe znachenie geologicheskix pamyatnikov prirody` // Molodoj ucheny`j. 2014. № 4. P. 407–409, Russia.
14. Yaximovich V.L. Jetapy geologicheskogo razvitija Bashkirskogo Predural'ja v neogene // Stratigrafija neogena vostoka Evropejskoj chasti SSSR. M.: Nedra, 1971. P. 45–64, Russia.
15. Yaximovich V.L. Karakteristika geologicheskix rubezhej v pliocene i plejstocene Volgo-Ural`skoj oblasti / Pliocen i plejstocen Volg o-Ural`skoj oblasti. M.: Nauka. 1981. 176 p, Russia.

Статья поступила в редакцию: 26.07.2023, одобрена после рецензирования: 06.11.2023, принята к опубликованию: 12.09.2024.  
The article was submitted: 26 July 2023; approved after review: 6 November 2023; accepted for publication: 12 September 2024.

**Информация об авторах**

**Александр Ильич Смирнов**

кандидат геолого-минералогических наук,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный исследовательский центр  
Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН);  
450054, г. Уфа, пр-т Октября, 71

**Information about the authors**

**Aleksandr I. Smirnov**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal  
Research Center of the Russian Academy of Sciences;

71, prospekt Oktyabrya, Ufa, 450054, Russia

e-mail: [smalil@mail.ru](mailto:smalil@mail.ru)