

19. Fedorova N. F., Grigorov V. A. Prospects of opening of deposits of hydrocarbons in North-west Prikaspiya. *The Gas industry*, 2004, no. 1, pp. 58–59.

20. Fedorova N. F., Tinakin O. V., Kurashova S. A. Litologo-fatsialnye of feature of productive thickness of the Astrakhan GKM. *International and domestic technologies of the main natural mineral resources and global energy*. 2006, issue 4 (17), pp. 82–85.

21. Yatskevich S. V. Stratigraphy, conditions of a bedding and collection properties verkhne-proterozoyskikh of deposits of the Saratov Volga region. *Subsoil of the Volga region and Prikaspiya*, 2002, no. 29, pp. 4–23.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ушивцева Любовь Франковна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1, e-mail: ushivceval@mail.ru

Соловьева Алевтина Васильевна, главный инженер, Астраханский трест инженерно-геологических изысканий, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14, e-mail: trestatizis@mail.ru

Ермолина Александра Викторовна, аспирант, Астраханский государственный университет 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

В настоящее время реализуются масштабные проекты освоения нефтегазовых месторождений на шельфе Каспийского моря, проводится межпоселковая газификация, строительство различных объектов инфраструктуры в сложных геологических условиях, где имеют место экзогенные природные процессы, которые негативно влияют на линейные объекты, здания, сооружения, разработку месторождений полезных ископаемых, транспортировку сырья. Недоучет геологических процессов может привести к серьезным экологическим последствиям. Большинство населенных пунктов сосредоточено на коренном берегу Волго-Ахтубинской долины и в дельте, вследствие чего, они испытывают прямое воздействие таких экзогенных геологических процессов (ЭГП) как: боковая эрозия, карст, оползни, оврагообразование, протекающих по берегам рек, на склонах долины, нарушающие устойчивость зданий и сооружений и мешающие нормальной жизни людей. Факторами, обуславливающими указанные процессы, являются геологическая деятельность поверхностных и подземных вод (карст), атмосфера, инженерная деятельность человека, геологическое строение, климат, рельеф и др. Речная эрозия - постоянный процесс, интенсивность которого зависит от прочности окружающих горных пород, интенсивности речного потока, гидрологических сезонов. Интенсивно подмываемые крутые, высокие берега часто подвержены разрушению вследствие обрушения нависших карнизов и отвесных обрывов горных пород. В том и другом случае они сопровождаются интенсивным смывом, оврагообразованием и оползнями. Активизация геологических процессов осложняет промышленное, жилищное и транспортное строительство, представляет опасность для функционирования зданий и инженерных сооружений, автомобильных и железных дорог, транзитных нефтегазопроводов и др. Для безопасного функционирования перечисленных выше объектов инфраструктуры требуется многолетний мониторинг экзогенных геологических процессов, а также разработка комплекса защитных мероприятий, направленных на предупреждение и снижение их активности.

Ключевые слова: экзогенез геологических процессов, речная и боковая эрозия, оползни, обвалы, обрушения, оврагообразование, карст, карстовые поля, активизация процессов

IMPACT OF GEOLOGICAL PROCESSES ON THE FUNCTIONING OF INFRASTRUCTURE

Ushivtseva Lubov F., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: ushivceval@mail.ru

Solovyova Alevtina V., Chief Engineer, Astrakhan Trust Geotechnical Surveys, 14 Shiryaev st., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: trestatizis@mail.ru

Yermolina Aleksandra V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: aleksandra_sh@list.ru

Currently large-scale projects of oil and gas fields in the Caspian Sea, held an inter-settlement gas supply, the construction of various infrastructure facilities in difficult conditions where there are exogenous natural geological processes that negatively affect on the communications and utilities lines, buildings, development of mineral resources, transportation of raw materials. Underestimation of the geological processes can lead to serious environmental consequences. Most of the settlements focused on indigenous bank of the Volga-Akhtuba valley and in the delta, so that they feel the direct impact of exogenous geological processes (EGP) as lateral erosion, karst, landslides, gullyng, occurring along rivers, on the slopes of the valley violating the stability of buildings and impeding normal life. The factors contributing to these processes are: geological activity of surface and groundwater (karst), the atmosphere, engineering activity, geological structure, climate, topography and others. River erosion - a constant process, the intensity of which depends on the strength of the surrounding rocks, the intensity of the river flow, hydrological seasons. Wash away intensely steep, high coasts are frequently subject to destruction caused by collapse of overhanging cornices and steep cliffs of rocks. In either case, they are accompanied by intense flushing, gullyng and landslides. The intensification of geological processes complicates the industrial, residential and transport construction is a danger to the functioning of buildings and engineering structures, roads, railways, transit oil and gas pipelines, and others. For safe operation of the above infrastructure requires long-term monitoring of exogenous geological processes and the development of protective measures aimed at preventing and reducing their activity.

Keywords: exogenous geological processes, river and lateral erosion, landslides, avalanches, caving, gullyng, karst, karst fields, activation processes

В настоящее время реализуются масштабные проекты освоения нефтегазовых месторождений на шельфе Каспийского моря, межпоселковая газификация, строительство крупных торговых центров и жилых микрорайонов, нефтеперекачивающих станций и других объектов инфраструктуры в сложных геологических условиях с развитием экзогенных природных процессов, негативно влияющих на линейные объекты, техническую инфраструктуру осваиваемых месторождений полезных ископаемых, транспортировку добытого сырья.

Воздействие опасных геологических процессов на функционирующие, проектируемые и строящиеся объекты, без учета этого фактора может привести к серьезным экологическим последствиям.

Большинство населенных пунктов сосредоточено на коренном берегу Волго-Ахтубинской долины и в дельте, вследствие чего, они испытывают прямое воздействие наиболее развитых таких ЭПП, как: боковая эрозия, карст, оползни, оврагообразование протекающих по берегам рек и на склонах долины, нарушающие устойчивость зданий и сооружений и мешающие нормальной жизни людей.

Современные представления о геологическом строении Прикаспийской впадины основаны на материалах исследований, начало которых относится к середине прошлого столетия. Изучение экзогенных геологических процессов, проводилось в разное время и в разных масштабах на незначительных территориях и рассмотрены в работах Г.П. Афанасьева (1970 г.) И.В. Попова (1965 г.), В.Н. Синякова, Ю.П. Николаева, трудах Саратовского университета. По результатам исследований составлена карта пораженности населенных пунктов и народно-хозяйственных объектов воздействию ЭГП.

В пределах Волго-Ахтубинской поймы в 1956–1960 гг. проводились инженерно-геологическая и гидрогеологическая съемки масштаба 1:100 000, комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1:200 000 (1960–1985 гг.), по результатам которых составлены карты современных физико-геологических процессов масштаба 1:200 000 (Трояновский С.В., Шадрухин А.В. и др.), описаны современные физико-геологические процессы, даны количественные характеристики геологических процессов. В целом, изучение экзогенных геологических процессов во времени было неравномерным и носило единовременный характер. И лишь с 2000 года на территории Астраханской области началось планомерное изучение экзогенных геологических процессов в виде мониторинга ЭГП, благодаря которым можно провести анализ и выявить закономерности развития экзогенных процессов (табл. 1).

Таблица 1

Развитие экзогенных геологических процессов в Астраханской области

Тип ЭГП	Площадь территории (протяженность линейных участков) развития ЭГП, км ² (км)	Пораженность	Количество выявленных проявлений ЭГП
Боковая эрозия*, км	213	184,05	12
Оползни, км ²	0,5	0,5	7
Овражная эрозия, км ²	53,75	53,75	317
Карст**, км ²	110	100	3300

Примечание. * дается протяженность правого и левого берегов Волго-Ахтубинской долины, ** данные приведены по наблюдаемому участку 1,44 км²

Экзогенные геологические процессы возникают в результате геологической деятельности поверхностных вод (явления смыва и размыва-речная эрозия, оврагообразования, оползнеобразование), подземных вод (карст) и атмосферы (процессы развевания и навевания - движущие пески) [13].

Площадь территории 44100 км², протяженность речной сети, км (500/500), площадь гипсовых полей, 110 км².

Речная эрозия – постоянный процесс, активность которого зависит от прочности окружающих горных пород и интенсивности речного потока. Интенсивность речной эрозии достаточно сильно меняется в зависимости от гидрологических сезонов [17]. Интенсивно подмываемые крутые, высокие и отвесные берега, сложенные рыхлыми отложениями, часто подвержены разрушению вследствие обрушения нависших карнизов и отвесных обрывов горных пород. В том и другом случае они сопровождаются интенсивным смывом, оврагообразованием и оползнями.

В зоне воздействия речной эрозии находятся сельские дома, автомобильная дорога Астрахань-Волгоград. Обрушения фиксируются по всему участку

наблюдений (Харабалинский, Черноярский и Ахтубинский районы). Отступление берега составляет в среднем от 0,20 до 2,50 м. В пределах этого участка также находятся 4 растущих оврага. Кромка берега по всему участку наблюдения разбита широкими промоинами.

Боковая эрозия активно развивается на всем протяжении р. Волги от Волгограда до Астрахани. По правому берегу процессы боковой эрозии проявляются со средней активностью. В долине и дельте Волги боковая эрозия происходит на отдельных небольших по протяженности (1–3 км) участках, занимающих особое геоморфологическое положение. Размываются северные оконечности пойменных островов, вогнутые берега с прижимным течением Волги и крупных водотоков.

Боковой эрозии подвержены многие населённые пункты. Село Сергиевка (Икрянинский район) является одним из участков, где наиболее активно проявляется речная эрозия. Село расположено в дельте Волги на бэровском бугре, представленным легкими супесями и суглинками бурого цвета. Берег высотой 4–6 м, отвесный, в среднем отступает на 0,83–2,50 м. Кромка берега подошла вплотную к заборам сельского дома и здания администрации, угрожая их разрушить. За несколько лет здесь разрушено 2 приусадебных участка. В результате берег села становится крутым, отвесным и неустойчивым, а на противоположном берегу происходит накопление наносов береговой косы. Карта поражённости территории процессами боковой эрозии наглядно показывает масштабы распространения этого процесса на территории области и представлена на рисунке 1.

Подрезка основания склона речным подмывом, приводит к недопустимому для данных условий увеличению крутизны склона и потере упора у основания, что является основной причиной образования оползней и скользящего перемещения оторвавшихся от массива склона пород. Оползни вызывают изменения в рельефе склона. В Астраханской области оползневыми процессами поражены значительные площади. Активные оползни распространены в сёлах Ветлянка, Владимировка, Никольское. Передний край оползня, его подножие, представляет собой гряду валов, возникших путём выдавливания пород основания склона сместившимися массами, нижний край ограничен поверхностью скольжения.

Оползневая эрозия распространена на коренных берегах Волго-Ахтубинской поймы и занимая площади значительно меньшие, чем боковая эрозия, но приносит значительный ущерб. Всего насчитывается 7 оползней, из которых активными являются 3: севернее с. Соленое Займище (№ 1), между с. Пришибом и с. Ветлянкой (№ 2), непосредственно в селе Ветлянка и оползень в селе Никольское – самый активный (№ 3).

По форме проявления все оползни относятся к оползням–блокам переходящим в потоки и состоят из нескольких от 2 до 6 блоков сливающихся в один длинный оползень.

В селе Никольское уступ вертикальный, высотой 15–18 м, сложен супесчаными отложениями раннехвалынского возраста. В зоне воздействия речной эрозии находятся поселок консервного завода, нефтебаза и бывший консервный завод. Ежегодно здесь происходят значительные обрушения. Так, в 2010 г. площадь обрушений составляла 16000 м², в 2011 г. она увеличилась. Непрерывная зона обрушения составляет более 1200 м, глубина обрушения варьирует от 3 до 50 м. Отмечается продвижение зоны разрушений по направлению к центральной усадьбе села (рис. 2).

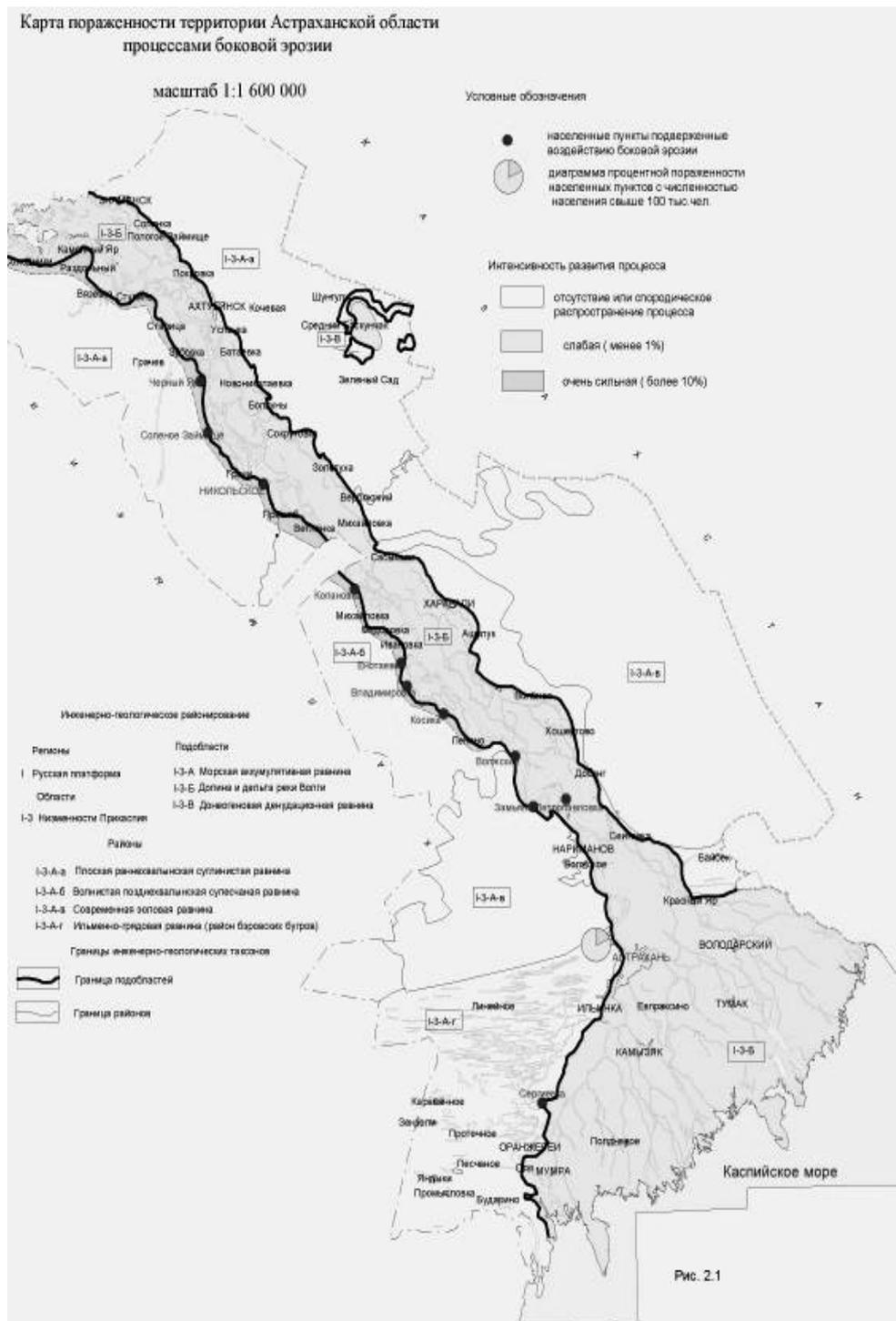


Рис. 1. Карта развития процессов боковой эрозии

В селе Черный Яр берег Волги имеет эрозионно-обвальный тип склона и представляет собой вертикальный уступ высотой 18–20 м, сложенный рыхлыми отложениями раннехвалынского возраста. В зоне воздействия речной

эрозии находятся дома районного центра, административные здания, кладбище. Обрушения берега проявляются небольшими участками в виде осыпей у подножия уступа.

В селе Копановка склон берега высотой 20 м эрозионный обвально-осыпного типа, сложен отложениями хвалынского возраста, имеет форму вертикального уступа высотой от 3 до 10 м, ниже прослеживается слабозадернованная осыпь, бичевник имеет ширину 3–5 м. В зоне воздействия речной эрозии находятся сельские дома с приусадебными постройками. Максимальное обрушение 6,3 м произошло в 2007 году.

Аналогичный тип берега высотой до 17 м имеется в селе Енотаевка, с высотой уступа 5–7 м, ниже располагается незадернованная осыпь, бичевник 3–5 м. В зоне воздействия речной эрозии находятся дома районного центра, кладбище, территория водоканала.

В селах Петропавловка, Владимировка и Косика склоны берегов эрозионно обвально-осыпного типа с вертикальным уступом с нависающей бровкой высотой от 5 до 12 м, сложены бурыми супесями хвалынского возраста. В пределах с. Владимировка наблюдался оползень, образовавшийся в 2002 году, самая большая глубина обрушения была отмечена в створе и составила 6–6,75 м.



Рис. 2. Оползень с. Никольское

Для защиты населённых пунктов от паводковых вод в населённых пунктах региона строятся защитные насыпные дамбы, но в результате боковой эрозии они подвержены разрушению. Примером может служить береговая дамба высотой порядка 3 метров, шириной до 10 м на северной окраине села Замьяны, которая периодически разрушается на 50 %.

Наряду с речной и боковой эрозией в Астраханской области имеет место овражная эрозия, которой подвержены населённые пункты севера области. В селе Черный Яр насчитывается 3 оврага, склоны которых крутые, частично задернованные, в бровке уступа наблюдаются промоины глубиной до 3 м.

В селе Косика берег прорезан четырьмя оврагами, ширина их в устье достигает 7 м, уклон оврагов крутой. Рост оврагов провоцируют утечки местного водопровода.

В селе Енотаевка на берегу реки Енотаевка южнее кладбища наблюдались три воронки диаметром 1 м и глубиной 1–1,5 м, образовавшиеся в 2009 году. Воронки, находящиеся в непосредственной близости к жилым домам, создают угрозу их обрушения. Овражная эрозия воздействует на земли сельскохозяйственного назначения. При этом выходят из оборота, земли с высокой активностью оврагообразования площадью 53,75 км², при общей площади 92273 км².

Овражная эрозия как и другие процессы ЭГП требует постоянного наблюдения и проведения профилактических мер по ликвидации последствий (рис. 3 а, б).

Среди экзогенных геологических процессов в пределах Астраханского региона особо следует отметить карстовые процессы, имеющие развитие в районе посёлка Средний и Нижний Баскунчак, оз. Баскунчак. В районе озера Баскунчак располагается закарстованная площадь, представляющей собой гипсовые поля, интенсивно пораженные карстом с образованием бесчисленных отрицательных форм рельефа: карстовых воронок, провалов, слепых оврагов. Воронки весьма разнообразны по форме и размерам. Глубина их составляет от 1 до 22 м. Карст в районе озера Баскунчак является активным, что подтверждается не только визуальными наблюдениями, но и исследовательскими работами, проведенными по изучению карста. Установлено, что новые формы провального и карстово-суффозионного типов из-за соляного и гипсового карста неизбежны. Наиболее благоприятными для его проявления являются периоды с максимальной величиной осадков, т.е. весна и осень [20].

Окрестности оз. Баскунчак следует рассматривать как карстовый округ, связанный с поверхностным залеганием сульфатных и соляных пород в зоне дренирующего влияния озера на подземные и поверхностные воды. Его существование обязано росту Баскунчакской солянокупольной структуры. Видимо, он представляет собой часть карстовой области приуроченной к полосе субширотных нарушений в осадочной толще Прикаспийской синеклизы, являющейся карстовой провинцией карстовой страны Русской платформы. Баскунчакский карстовый округ подразделяется на карстовые районы: западный с гипсово-соляным карстом, северо-восточный с соляно-гипсовым карстом, Южный с гипсовым карстом, Центральный с соляным карстом в современных озерных отложениях.

Поверхностные воды и осадки часто полностью поглощаются карстовыми воронками. Воды закарстованных толщ циркулируют через систему карстовых полостей. Деформации карстовых полей нарушают нормальные условия залегания вышележащих толщ пород.



А



Б

Рис. 3. Борьба с оврагами в селе Енотаевка: А – 2010 г., Б – 2012 г.

В целом для указанного района характерен равнинный рельеф, амплитуда колебаний абсолютных отметок достигает 170,5 м, а довольно беспорядочное их размещение свидетельствует о значительной расчлененности района, и о частой смене положительных форм рельефа отрицательными. К отрицательным формам рельефа относятся балки, овраги, небольшие и крупные лиманы аккумулирующие ливневые и весенние воды.

Ярким примером отрицательных формы карстового рельефа являются Слепой овраг, небольшие овраги, балка Безымянная (рис. 4).



Рис. 4. Новая воронка в Слепом овраге

Слепой овраг эрозионно-карстового происхождения, изогнутый в плане имеет пологие склоны, плоское дно. Ширина оврага изменяется от 20 до 100 м, глубина составляет 6–7 м. Во все стороны от основного оврага отходят ответвления. Отвершки растущие с V-профилем, отвесными стенками глубиной 2–3 м. Верховья их заканчиваются воронко-образной или П-образной формой окруженной концентрическими трещинами, в стенках видны полуразрушенные гипсы.

В 2013 году на восточном борту Слепого оврага насчитывалось 20 активных воронок просасывания диаметром от 0,5 до 10 м, глубиной от 0,5 до 1 м. Воронки сильно задернованные, по краю кромки – концентрические трещины, в днище видны поноры. Мелкие воронки на дне оврага часто сливаются, образуя трещины. В стенках оврага и на его дне периодически образуются новые воронки провального типа, диаметром от 2 до 8 м, глубиной около 2 м.

Восточнее Слепого оврага находятся овраги безымянные № 2 и № 3 длиной 30 и 100 м, шириной 25–30 м. Стенки оврагов пологие, задернованные. В днище оврагов имеются карстовые воронки диаметром 1–1,5 м, с крутыми стенками, в дне воронок находится поноры. Воронки ежегодно подвержены активному росту.

Гидрографическая сеть Ахтубинского района представлена озерами и густой системой балочных долин, прорезающих склоны и открывающихся в котловину озера Баскунчак. Балки имеют небольшую длину (от 0,5 до 2,5 км), они довольно широкие, обладают пологими (реже крутыми) задернованными склонами и лишены на большей своей части постоянного водотока. Характерной особенностью балок северного и западного побережий озера Баскунчак является наличие карстовых провалов.

Севернее автодороги В. Баскунчак – Н. Баскунчак располагается верховья балки Безымянной. В вершине балки находится карстово-эрозионный овраг, который продолжает свой активный рост, имеет V-образную форму, глубину 2–3 м с почти вертикальными стенками, в которых наблюдаются ниши, выработанные водным потоком. Ежегодный рост оврага составляет в среднем 1–секает ослабленную зону, по которой Безымянный овраг может соединиться со Слепым оврагом, находящимся по другую ее сторону [33].

Особенно опасен западный карстовый район, где высока интенсивность карста. В этом районе расположены поселки Нижний и Средний Баскунчак, гипсовый карьер, предприятие «Руссоль», автотрасса В. Баскунчак – Н. Баскунчак, железнодорожная ветка станции В. Баскунчак.

Особое внимание следует обратить на автотрассу В. Баскунчак – Н. Баскунчак, которая проходит по территории с активностью карста 0,25–0,50 провалов в год.

В 1989 году на этой автодороге произошел провал, как результат разрушения карстовой полости в кровли соли, захвативший обочину грейдера между Нижним и Верхним Баскунчаком. Образование провала сопровождалось сотрясением гулом, всплеском и выбросом суглинка. Размеры провала составили 19x15 м и глубина свыше 10 м. Стенки провала сложены суглинком, рассечены концентрическими вертикальными трещинами в полосе шириной до 6 м, окаймляющей провал. На засыпку провала ушло 2600 м³ суглинка и гипсовых глыб. В 1991 г. насыпь осела, возобновились трещины и в центре образовался понор, поглотивший талые воды. Подобный провал был зафиксирован в 1992 году и на другом участке дороги. Провалы, как проявления карстообразования, сформировались на площади высокой закарстованности солей и гипсов и являются современным отражением в покрове хвалыньских суглинков. Значительные полости формируются в гипсовой толще при растворении прослоев и включений каменной соли. В агрессивных пресных, солоноватых и соленых водах движущихся с большой скоростью на восток в сторону оз. Баскунчак расширяются растворением и освобождаются от заполнителя трещины и полости в гипсах. Этому способствует локальное поглощение поверхностных вод в местах провалов. Карстово-суффозные провалы существенно активизируются при интенсивных атмосферных осадках.

По данным мониторинговых наблюдений Прикаспийской гидрогеологической экспедиции, с 1951 по настоящее время отмечается процесс залечивания карста.

Для создания безопасной обстановки в населенных пунктах необходимо предусмотреть комплекс защитных мероприятий, направленных на снижение активности и предупреждение экзогенных геологических процессов.

Карст осложняет промышленное, жилищное и транспортное строительство, прокладку линейных объектов, газопроводов, автодорог, сооружение водохранилищ и плотин. Представляет опасность для функционирования инженерных сооружений сформировавшимися формами, а сульфатный, и особенно соляной карст характеризуются своим быстрым развитием. Борьба с карстом направлена на укрепление закарстованных массивов путем заполнения пустот и цементации и предотвращение поступления агрессивных вод в карстовые массивы.

Для борьбы с оползнями, оврагами и береговой эрозией запрещается самовольная застройка прибрежной части берегов, устройство автодорог и проезд транспорта вблизи берегового уступа, устройство водоотбойных стенок для укрепления берегов и ряд других мероприятий, что позволит в определенной степени снизить активность природных геологических процессов.

Список литературы

1. Архангельский В. Л. Об объективном выделении атмосферных процессов Нижнего Поволжья / В. Л. Архангельский // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1971. – Вып. 7. – С. 83–87.
2. Бесчётнова Э. И. Климатические особенности Астраханской области / Э. И. Бесчётнова, Л. М. Вознесенская // Астраханский край: история и современность : материалы Всероссийской научной конференции. – Астрахань, 1997. – С. 215–231.
3. Гаев А. Я. Роль воды в формировании карстосферы на примере Ирень-Сылвенского междуречья / А. Я. Гаев, Ю. А. Килин, И. И. Минькевич // Всероссийский научно-практический журнал. Вода, химия и экология. – январь, 2013. – № 1. – С. 119–126.
4. Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика / Н. А. Гвоздецкий. – Москва : Мысль, 1972.
5. Дублянский Г. Нью Карстование / Г. Н. Дублянский. – Пермь, 2004. – Ч. 1, 2.
6. Емельянова Е. П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней / Е. П. Емельянова. – Москва : Геолтехиздат, 1956.
7. Золоторёв Г. С. Инженерная геодинамика / Г. С. Золоторёв. – Москва : МГУ, 1983.
8. Ломтадзе В. Д. Инженерная геодинамика / В. Д. Ломтадзе. – Ленинград : Недра, 1977.
9. Методика изучения и прогноза экзогенных геологических процессов / под ред. А. И. Шеко, С. Е. Гречищевой. – Москва : Недра, 1988.
10. Николаев Ю. П. Инженерная геология и полезные ископаемые Прикаспия / Ю. П. Николаев, В. Н. Синяков, А. О. Серебряков, О. И. Серебряков, – Астрахань : ООО "ЦНТЭП", 2007. – 354 с.
11. Оползни и сели : сб. докладов Международного семинара в Алма-Ате, октябрь 1981 // Центр международных проектов. – Москва : ЦМП: ГКНТ, 1982.
12. Синяков В. Н. Эколого-геологические исследования солянокупольных бассейнов / В. Н. Синяков, С. В. Кузнецова, Ю. П. Николаев. – Астрахань : ООО "ЦНТЭП", 2001.
13. Соколов Д. С. Основные условия развития карста / Д. С. Соколов. – Москва : Госгеолтехиздат, 1962. – 173 с.
14. Тер-Степанян Г. И. Геодезические методы изучения динамики оползней / Г. И. Тер-Степанян. – Москва : Недра, 1972. – 135 с.
15. Тер-Степанян Г. И. Новые методы изучения оползней Г. И. Тер-Степанян. – Ереван : АН Армян. ССР, 1978. – 123 с.
16. Толмачёв В. В. Инженерное карстование / В. В. Толмачёв, Ф. Ройтер. – Москва : Недра, 1990. – 150 с.
17. Толстых Е. А. Методика изучения количественных параметров экзогенных геологических процессов / Е. А. Толстых, А. А. – Москва : Недра, 1984.

References

1. Archangelskij V. L. On the objective allocation of atmospheric processes Lower Volga. *Climate and weather Lower Volga region*, 1971, vol. 7, pp. 83–87.
2. Beschetnova E. I, Voznesenskaj L. M. Climatic features of the Astrakhan region. *Astrakhan Region: Past and Present. Materials of the Scientific Conference*, 1997, pp. 215–231.
3. Gauyv A. Y., Killeen Y..A., Minkevich I. I. The role of water in shaping the example karstosfery Irene Sylvenskogo mezhdurechja. *All-Russian scientific and practical journal. Water chemistry and ecology*, January 2013, no. 1, pp. 119–126.
4. Gvozdetskii N. A. *Problems in the Study and Practice of Karst*, Moscow, Mysl, 1972.
5. Dublyansky G. N. *Karst*, Perm, 2004, ch. 1,2.
6. Yemelyanov E. P. *Toolkit for stationary study of landslides*, Moscow, Geoltehzdat Publ., 1956, pp. 121.
7. Zolotorëv G. S. *Engineering Geodynamics*, Moscow, MGU Publ. House, 1983.
8. Lomtadze V. D. *Engineering Geodynamics*, Leningrad, Nedra Publ., 1977.
9. Sheko A. I., Grechischevoy S. E. (ed.) *Method of study and forecast of exogenous geological processes*, Moscow, Nedra Publ., 1988.
10. Nikolaev Y. P, Sinyakov V. N, Serebryakov A. O, Serebryakov O. I. *Engineering Geology and Mineral Resources of the Caspia*, Astrakhan, OOO "TSNTEP" Publ., 2007. 354 p.
11. Landslides and mudflows. Proceedings of the International Workshop in Almaty in October 1981, the Center for International proektov, Moscow, CIP: SCS & T Publ., 1982.
12. Sinyakov V. N, Kuznetsova S. V., Nikolaev Y. P. *Ecological and geological studies salt-Basins*, Astrakhan, OOO "TSNTEP" Publ., 2000. 220 p.
13. Sokolov D. S. *The main conditions of karst development*, Moscow, Gosgeo-ltehzdat Publ., 1962. 173 p.
14. Ter-Stepanian G. I. *Geodetic methods of studying the dynamics of landslides*, Moscow, Nedra Publ., 1972. 135 p.
15. Ter-Stepanian G. I. *New methods for the study of landslides*, Yerevan, Publishing House of the Academy of Sciences of the Armenians. SSR, 1978. 123 p.
16. Tolmachev V. V., Royter F. *Engineering karst*, Moscow, Nedra Publ., 1990. 150 p.
17. Tolstoy E. A., Klyukin A. A. *Methods of quantitative parameters of exogenous processes*, Moscow, Nedra. Publ., 1984.