

КР ҰҒА-ның Хабарлары. Геологиялық сериясы. Известия НАН РК.
Серия геологическая. 2009. №5. С. 92–98

УДК 624.131.1+557.4(-925.22)

О. Б. НАГИЕВА¹

ОПАСНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО СКЛОНА ХРЕБТА ИЛЕЙСКОГО АЛАТАУ (ПРИАЛМАТИНСКИЙ РАЙОН)

Іле Алатауы жотасының қауіпті геодинамикалық үрдістерінің (КГҮ) таралуы мен белсенділігінің қалыптасу заңдылығы қарастырылған.

Рассмотрены закономерности формирования, распространения и активность проявления опасных геодинамических процессов (ОГП) хребта Илейского Алатау. Данна оценка резкого ухудшения экологического состояния в регионе.

The formation and distribution laws and show activity of dangerous geodynamical processes in the Ile Alatau ridge are considered. The estimate of quickly deterioration of ecological conditions in the region is given.

Сложность рельефа, геологические факторы, климатические особенности района и инженерно-хозяйственная деятельность человека в условиях горных районов, способствуют весьма интенсивному развитию различных природно-техногенных процессов. Проявление этих процессов различно по времени и разномасштабно по площади.

Физическое выветривание. Эта форма выветривания наиболее интенсивна в пределах горной части, где обычно скальные породы обнажаются на поверхности. Амплитуда годовых колебаний температур достигает 80°С, суточные – составляют 30-35° С. Температурные колебания, расклинивающее действие воды, во всех её фазовых состояниях, в сочетании с биогенными и физико-химическими процессами, приводят к нарушению монолитности скальных пород, их растрескиванию и отчленению от массива. При этом на склонах образуется глыбовой, а затем щебнистый и мелкообломочный материал, который в дальнейшем, под влиянием гравитационных сил, перемещается вниз по склону. Горные склоны, прибрежные части долин, а местами и водоразделы покрыты каменными осыпями. На протяжённых и достаточно круtyх склонах, осыпи сливаются в каменные реки и образуют огромные курумники, сползающие в тальвеги до-

лин и поставляющие в русла огромные количества обломочного материала. Скопившееся на склонах большое количество неустойчивых масс обломочного материала, увеличивает опасность возникновения снежных обвалов и способствует формированию снежно-каменных лавин, обладающих огромной разрушительной силой. Выветривание скальных пород приводит к значительным изменениям их физико-механических свойств, в частности к увеличению трещиноватости и снижению механической прочности [1].

Эоловые процессы широко развиты в центральной части Илейской впадины, чему способствует резко выраженная аридность климата, активная ветровая деятельность и наличие рыхлосцементированных пород. Большие массивы песков, носящие следы свежего ветрового переноса встречаются на левобережье р. Каскелен и к северу от пос. Шарын. Барханы и гряды песков обычно имеют линейно-вытянутую ориентировку. На правом берегу р. Иле ветрами генерированы уникальные по своим размерам песчаные барханы Аккум-Калкан, известные больше как «поющие барханы». Для эоловых песков повсеместно характерна прекрасная отсортированность фракций по размерам. Содержание фракции 0,05-0,5 мм обычно превышает 90 % [2].

¹ Казахстан, 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а, Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева.

Оврагообразование наблюдается на равнинной части, вблизи речных долин. В основном, образование и рост оврагов являются следствием беспорядочного пользования поливными водами. Большинство оврагов зарождается у холостых сбросов поливных систем, при отсутствии оборудования водосбросов. Рост оврагов происходит очень интенсивно. Этому способствуют состав грунтов, слагающих равнину (лессовидные супеси и суглинки) и короткие летние ливневые дожди. Образование оврагов в естественных условиях наблюдается редко и приурочено в основном, к свежим обрывистым бортам долин. Природные склоны речных долин, обычно закреплены дерниной и травянистой растительностью. Оврагообразование в предгорьях - явление довольно характерное как в природных условиях, так и возникающее в результате действия человека. Этому способствуют обильные осадки (до 500 мм), выпадающие часто в виде ливней. На легко размываемом субстрате предгорий (лессы, лессовидные суглинки и супеси) эти ливни вызывают быстрый рост оврагов. Годичный прирост площади оврагов составляет 12-14 %, при крутизне коренного склона 25-40° и лесовом составе слагающих его пород [3]. Глубина оврагов достигает 6-8 м, тальвег извилист и имеет крутое падение (уклон 0,3-0,6). Довольно многочисленны случаи образования оврагов вследствие прорыва деривационных каналов и оросительных систем. Весьма активно оврагообразование проявляется в северных предгорьях хребта Илейского Алатау, практически повсеместно используемых под дачные участки. Стихийное, беспроектное освоение земельных наделов, подрезка склонов, их обводнение и пригрузка являются основными факторами формирования овражных, оползневых и просадочных деформаций склонов. Образованию оврагов способствует также проведение грунтовых дорог и хозяйственных коммуникаций на склонах, при отсутствии спланированного водоотвода [2].

Селевые процессы. Основными причинами селей являются ливневые дожди, прорывы моренно-ледниковых озер, оползни гляциального и сейсмического происхождения. В республике насчитывается более 300 селевых бассейнов, и за последние 150 лет отмечено около 800 случаев прохождения мощных селей. По повторяемо-

сти наиболее частыми в Казахстане бывают сели ливневого происхождения – около 80 %, на долю ледниковых (снежно-ледниковых) селей приходится до 15 %, число других типов селей, включая сейсмического происхождения – в пределах 5 %.

На основе изучения геолого-тектонических особенностей и рельефа горных областей, с учетом сейсмичности, состояния почвенного и растительного покрова, метеорологических характеристик и ряда других факторов выделяют пять категорий различной степени селеопасности:

Первая категория характеризует бассейны, отличающиеся активной селевой деятельностью и образующие сели катастрофического характера. К ней принадлежит значительная часть территории бассейнов рек Большой и Малой Алматинок, Каргалинки, Аксай, Талгар и Есик, обладающие очень высокими потенциальными возможностями селеобразования и эпизодически дающие селевые потоки катастрофического характера. Максимальные расходы селевых потоков при Жарсайском селе (долина р. Есик 07. 07. 1963 г.), оценены в 12 тыс. м³/с.

Вторая категория включает бассейны с затухающей селевой активностью. К ней отнесены бассейны рек Каскелен (кроме верховьев) и Турген. Потенциальные возможности селеобразования потоков большой разрушительной силы большинства боковых притоков сравнительно высоки, но наблюдаются не чаще одного раза в 20-25 лет. Суммарное количество выносов за один, наиболее мощный сель, не превышает 1-1,5 млн. м³. Диаметр влекомых наносов до 1-2 м в поперечнике, скорость движения – 4-5 м/сек.

Третья категория объединяет бассейны, почти полностью прекратившие селевую деятельность, к ней относится часть территории, приуроченная к бассейну р. Шилик. Этот бассейн, в нижней и средней части почти полностью прекратил селевую деятельность, в верхней части селеопасность велика. Эпизодически возникающие (1 раз в 10-12 лет) селевые потоки на боковых притоках в высокогорной части, носят региональный характер и формируются за счёт ливневых осадков.

Четвёртая категория. К ней принадлежат бассейны, образующие выносы овражного типа. В пределах горного обрамления данной территории они не распространены.

Пятая категория. К ней отнесены бассейны, образующие сейсмические оплывины, вследствие вибродинамического эффекта землетрясений силой 9-10 баллов в переувлажнённых грунтах. Несмотря на ряд отличий от обычных селей по характеру проявления, сейсмические оплывины по результатам разрушительной деятельности они мало чем уступают катастрофическим селевым потокам. Основные очаги их образования располагаются в нижних частях горных бассейнов рек: Каскелен, Кыргаулды, Талгар, Есик, Турген и др. более мелких водотоков [4].

В период 1993-2005 годы по данным МЧС РК зарегистрировано 15 селей, последствия которых, согласно действующим критериям отнесены к чрезвычайным ситуациям (ЧС). Общий прямой ущерб селей за этот же период составил 40-50 млн. долларов, а число пострадавших не менее 2-3 тыс. человек. Характеристики катастрофических селевых потоков могут достигать следующих величин: максимальные расходы – от 2 до 10 тыс. м³/сек, скорости – до 70 км/час, максимальные объемы выносов – от 2 до 6 млн. м³ селевой массы. По активности и мощности селевых проявлений Казахстан занимает одно из первых мест в СНГ – около 15 % территории республики (164 тыс. км²) являются зонами формирования и разрушительного воздействия этого опасного вида экзогенных процессов.

Алматинская область, в ее сегодняшних границах, лидирует по площади распространения селевых очагов. Так, из суммарной площади в 13 тыс. км², занятой селевыми очагами в целом по Казахстану, на Алматинскую область приходится свыше 11 тыс. км². Эта активность определяется рядом факторов: наибольшие отметки горных вершин и хребтов и, соответственно, максимальное количество выпадающих осадков; большое число моренных и ледниковых озер, крупные селевые очаги; особенности геологии грунтов и т.п. [5].

Снежные лавины. На территории республики имеется около 800 очагов лавинообразования, из них свыше 400 – непосредственно угрожают 220 объектам, 35 километрам автомобильных дорог межгосударственного, республиканского, областного и местного значения. В опасных зонах постоянно проживает около 2000 человек.

По условиям формирования лавины подразделяют на несколько типов. По месту возникно-

вения: «лотковые» – выносят снег по определенным руслам, углублениям в склонах (лотках); «осов» (снежный оползень) – не имеет определенного канала схода, а скользит со склона на протяжении сотен метров. По состоянию снега: «сухие» – нередко из свежевыпавшего снега, сопровождаются мощной воздушной волной, которая даже после остановки снежной массы способна ломать деревья, постройки и т.п.; «мокрые» – насыщенные талой водой, тяжелые и наиболее разрушительные. Сходят при оттепелях и весной, в конце лавиноопасного периода.

Наиболее активными в лавинном отношении считаются Казахстанский Алтай, Илейский, Жетысуйский, Таласский Алатау и хребет Карагатай. Так, в Алматинской области, только в бассейнах рек Большой и Малой Алматинок насчитывается 86 лавинных очагов. Из-за частого схода лавин на автодорогу Медеу-Шимбулак и в районе горнолыжного комплекса «Шимбулак», эти объекты относятся к разряду повышенного риска. Здесь снежные лавины неоднократно приводили к гибели людей.

Вблизи г. Алматы повышенной лавинной опасностью характеризуются горные склоны рек Котурбулак, Есик и Турген. Объемы снежных лавин могут быть самыми различными, но максимальные из них, рекордные для Казахстана, до 1 млн. м³, неоднократно сходили со склонов в бассейне реки Турген. В среднем в Алматинском регионе ежегодно фиксируется от 20 до 40 сходов лавин, в отдельных лотках они проходят по несколько раз, объемы их составляют от 100 м³ до 300 тыс. м³ [5].

Оползни. Оползни также являются неотъемлемой частью стихийных бедствий. Активизация оползневых процессов в горных районах Казахстана в последние годы обусловлена как природными, так и техногенными факторами. Оползни регистрируются не только в традиционные для них климатические периоды (апрель-май), но и ранней весной, поздней осенью и даже зимой. Ущерб от оползневых явлений возрастает, в зону воздействия оползней все чаще попадают люди, жилые постройки и хозяйствственные объекты, впервые, за несколько последних десятилетий, имеются жертвы.

2004 год стал особо активным в оползневом отношении в Алматинской области: за период с 13 марта по 10 июня прошло 28 оползневых яв-

лений различного масштаба (от нескольких сотен до миллиона кубометров грязевой массы). В двух случаях они привели к гибели людей, число погибших – 31 человек.

В пределах Алматинской области на северных склонах хребтов Илейского и Жетысуйского Алатау выявлено наибольшее количество оползней различных масштабов, на Алматинскую область приходится 98 % от общей площади оползнеопасных территорий в целом по республике [5].

Криолитогенные процессы. Каменные глетчеры (КГ) образованы скоплениями крупнообломочных пород, находящихся в многолетнемерзлом состоянии, которые при движении по склонам гор приобретают форму глетчерных потоков. По условиям формирования и источникам питания различают два типа КГ: приледниковые, продолжающие конечные морены, и присклоновые, питающиеся за счет осьпей и обвалов. По возрасту КГ подразделяются на древние и современные, по стадиям развития – на подвижные, активные и остановившиеся. В Илейском Алатау выявлено 504 КГ, общая масса льдово-каменных образований составляет около 2,5 млрд. т, объем – 1,4 млрд. м³, в том числе льда 0,7 млрд. км³.

Экзарация и абляция характерны только для высокогорной нивальной зоны. Наиболее мощные оледенения приурочены к центральным частям хребта, где большинство вершин поднимается выше 4000 м. Движение ледников свидетельствует о широких масштабах экзарационных процессов, являющихся мощным агентом денудации горного рельефа. Велика роль ледников в транспортировке и аккумуляции огромного количества крупнообломочного материала, образующегося на крутых скалистых гребнях за счет процесса экзарации. В области абляции образуются донные, боковые срединные и фронтальные морены с характерными формами аккумулятивного рельефа: гряды, холмы, западины и др. Абляция играет важную роль в деградации ледников, формирует водный сток с ледников, в краевых частях образуются приледниковые озера (западины), в теле погребенного льда – термокарстовые озера и ледниковые тоннели, гроты, вода из которых устремляется к фронтальным откосам морен и питает истоки горных рек.

Термокарст является посткриогенным процессом, обусловленным вытачиванием погребен-

ного или сегрегационного льда с образованием внутренних полостей депрессий (понижения, котловины, воронки). У языка ледника Богатырь в Илейском Алатау в результате деградации ледника образовано термокарстовое приледниковое озеро объемом 6 млн. м³. Для морены Туюксу характерно наличие термокарстовых озер на пути движения талых вод. В верховьях Жарсая, правого притока р. Есик, развиты ледники, ниже которых размещены современные морены, подверженные процессам термокарста. На моренах находится значительное число термокарстовых приледниковых и моренных озер. В летнее время практически все они переполняются водой. 3 июля 1963 г. при прорыве перемычки одного из переполненных озер сформировался катастрофический селевой поток, который уничтожил озеро Иссык [6].

Сейсмогенные деформации. В орогенном поясе Северного Тянь-Шаня, куда входит геосистема Илейского Алатау, за последние 120 лет произошла серия разрушительных землетрясений с катастрофическими последствиями. За этот период зафиксировано 12 сильных землетрясений. Это печально известные катастрофические сейсмические события, последствия которых хорошо изучены (И. В. и Д. И. Мушкетовы, К. И. Богданович, И. М. Карк и др.) [7, 8] – Верненское 1887 г. (магнитуда M = 7,3), Чиликское 1889 г. (M = 8,3), Кеминское 1911 г. (M = 8,2), Байсорунское 1991 г. (M = 6,5). Гипоцентры этих землетрясений приурочены к верхним зонам земной коры (10-20 км), а их центральные ареалы имеют формы эллипсов (50 x 75) площадью $\pi \times 10^3$ км². Верненское, Чиликское и Кеминское землетрясения относятся к числу мировых катастроф. Ареалы сотрясений при этом превысили 1 млн. км².

Объемы сейсмодеструкций и склоновых деформаций в результате этих землетрясений колоссальны. Объемы склоновых деформаций (обвалы и оползни) достигали десятков и сотен млн. м³, сейсмогенных селей 5-10 млн. м³. Город Верный был практически полностью разрушен; на застроенной территории образовались многочисленные зияющие трещины, сдвиги и надвиги, имелись человеческие жертвы (450 человек) [7].

Сейсмические явления, при высокой интенсивности, сопровождаются различными нарушениями нормальных условий залегания и изменениями физических свойств горных пород. Эти

нарушения в горных районах проявляются в виде оползней, обвалов и разрывов сплошности покровных отложений на поверхности. Деформации, возникающие в результате сейсмогравитационного воздействия, отличаются как по форме, так и по характеру своего проявления, от деформаций, вызываемых другими причинами. По морфологическим признакам в бассейнах рек Большой и Малой Алматинок выделено четыре основных типа «сейсмических» оползней.

1. Циркообразные оползни, образование и форма которых зависит от рельефа (крутизна склона больше 25°), консистенции пород и характера проявления сейсмических сил (балльность, удаленность гипоцентра землетрясений).

2. Оползни глетчерного типа, выраженные в рельефе в виде узколокальных, вытянутых впадин на склонах, образованных тиксотропным разжижением и излиянием грязевых масс во время землетрясения.

3. Оползни правильных прямолинейных очертаний в плане, встречающиеся на участках с близким залеганием коренных пород, при небольшой мощности рыхлых образований (в основном лессовых пород), т.к. лёссы дают вертикальные расколы по прямому направлению.

4. Оползни неправильных форм, образующиеся на склонах, деформации которых были подготовлены предшествующими процессами. При этом обычно возникают вторичные оползни, которым свойственны неправильные формы [2-4].

Кроме оползней на склонах наблюдаются и другие виды нарушений: обвалы, разрывы земной поверхности, горизонтальные смещения и «сейсмические надвиги».

Все указанные нарушения нередко представляют угрозу для инженерных сооружений, поэтому их учёт необходим при решении ответственных задач инженерного проектирования [4].

Описываемый район предгорий Илейского Алатау относится к зоне вероятного проявления 9-10-балльной сейсмичности. Однако её локальные значения могут значительно меняться (для данного района +, - 1) в зависимости от характера грунтов и структурно-геологических особенностей.

В Казахстане в течение многих лет проводятся фундаментальные и научно-прикладные исследования по оценке сейсмической опаснос-

ти и риска. Составлены и постоянно обновляются карты оценки сейсмической опасности (карты общего сейсмического районирования, микросейсморайонирования крупных городов и населённых пунктов) [2]. В зонах с потенциальной интенсивностью 8-9 баллов, с магнитудой $M \geq 7,1$ в РК располагается около 200 населённых пунктов, с населением до 5 млн. чел. В Алматинской области соответственно около 100 н.п. и более 3 млн. чел. В зонах с $M \geq 7,1$ находятся и очень интенсивно застраиваются такие крупные города и населённые пункты, как Алматы, Талгар, Каскелен, Турген и др. Землетрясения такой магнитуды вызывают сейсмические воздействия интенсивностью более 9 баллов и сопровождаются остаточными деформациями, грандиозными обвалами, оползнями и селевыми потоками.

Институтом Сейсмологии МО РК составлена карта сейсмообусловленных катастрофических процессов территории Северного Тянь-Шаня (2006 г. ред. А. К. Курскеев). На карте, по материалам архивно-фондовых картографических и опубликованных источников, отображены основные сейсмообусловленные катастрофические явления – сейсмотектонические деформации (деструкции), сейсмогенные гравитационные явления (обвалы, оползни, сели, снежно-каменные лавины), линейные тектонические дислокации, эпицентры сильных землетрясений (исторических и прогнозируемых) [10].

Палеореконструкции (Тимуш А. В. и др.) и натурные обследования сейсмодеформаций сильных землетрясений в регионе (Мушкетов И. В., Богданович К. И. и др.) свидетельствуют о колоссальных и катастрофических масштабах сейсмогравитационных деструкций. Палеодеструкции (Q_{III-IV}) Тескенсу, Большой Алматинки, Есики оцениваются в 500, 150 и 50 млн. m^3 , проявились они на площади 3-14 km^2 . Акжарский обвал (р. Аксай) 1887 г. оценен И. В. Мушкетовым в 40 млн. m^3 ($1,5 km^2$), Кокчекинский в 3 млн. m^3 . Примерно аналогичные обвалы зафиксированы К. И. Богдановичем при землетрясении 04.01.1911 г. ($M = 8,4$). Это сильнейшее катастрофическое землетрясение с интенсивностью в эпицентре I ? 10 баллов (MSK - 64) вызвало массивные обвалы и обрушения склонов в горных долинах р.р. Бельбулак, Большой и Малой Алматинок и др. На лессовых прилавках в районе

г. Верного образовались десятки оползней, вертикальные смещения на предгорной равнине превышали 3 м. На северном побережье оз. Иссык-Куль отмечены надвиги длиной до 3 км с амплитудой вертикальных смещений до 5-6 м [8]. Сейсмогравитационные и тектонические палеосейсмодислокации Северо Тянь-Шаньского орогена исследуются и используются в качестве объектов-аналогов при оценке степени риска ОГП. Сведения о сильных землетрясениях в регионе восходят к IX столетию (более 1200 лет) [7]. На северном склоне хребта Илейский Алатау, и в частности в бассейне рек Большой и Малой Алматинок, они детально исследованы и неоднократно картировались в связи с оценкой активности ОГП и разработкой селезащитных проектов.

На северных склонах Илейского Алатау сейсмогенные деструкции склонов (оползни, обвалы) при благоприятных условиях приводят к формированию катастрофических сейсмоселей, объемы которых на порядок превышают параметры селей других генезисов. Для г. Алматы и Алматинской области сделана попытка оценить потенциальную селевую опасность как вторичного фактора катастрофических землетрясений. Результаты оценки следующие:

В Алматинском регионе площадью 224,1 тыс. км² (г. Алматы и область) имеется 42 селевых бассейна, где возможно формирование селей наносо-водного и грязекаменного типов. Площадь зон формирования наносо-водных селей составляет 25,02 тыс. км², грязекаменных – 25,92 тыс. км², всего – около 51,0 тыс. км² или 25 % от всей территории области. Потенциальной селевой опасности сейсмогенного происхождения подвергнуты 147 (18 %) населенных пунктов (в том числе г. Алматы) с общим числом жителей около 1,74 млн. чел. (в том числе по г. Алматы – 1,19 млн. чел.). Подверженность населения селевой угрозе по области составляет – 0, 55 млн. чел. (35 %), по г. Алматы – 100 %. Наиболее опасными являются конусы выноса селевых потоков, площадь которых составляет около 3,0 тыс. км² [5].

Засоление и заболачивание. Аридность климата и неглубокое залегание уровня подземных вод, способствуют интенсивному и широко-му развитию процесса континентального засоления отложений вблизи дневной поверхности. В пределах предгорной наклонной равнины, на её

поверхности, по долинам рек и в местных депрессиях рельефа, солончаки, выцветы солей, пухляки, такыры и соры, представляют довольно характерное явление. Избыточное засоление земель охватывает значительные площади. Поверхности высоких пойменных террас по долинам рек, в пределах предгорной равнины, повсеместно представлены луговыми и пухлыми солончаками. Содержание воднорастворимых солей в верхних горизонтах почв достигает 20-25 %. Преобладающим типом засоления является хлоридно-сульфатно-натриевый (реже сульфатно-хлоридный). Вниз по профилю содержание солей резко уменьшается, указывая на направление выноса (снизу вверх).

Заболачивание грунтов проявляется зонально и приурочено к периферии предгорных шлейфов. Болотно-сазовая зона протягивается узкой полосой (от сотен метров до 1-1,5 км) по периферии конусов выноса, ландшафтно фиксируя участки выклинивания подземных вод. Большинство долин многочисленных речек типа «карасу», формирующихся за счёт родникового стока зоны выклинивания, представляют собой заболоченные меандрирующие балки, соединяющие мелкие камышовые западины и густо заросшие тростником болотца. По периферии крупных конусов выноса, таких как: Шилинский, Есикский и Талгарский, заболачивание земель развито широко и представляет один из неблагоприятных факторов, влияющих на хозяйственное освоение района и увеличивает сейсмическую балльность. Это создаёт дополнительные трудности для дорожного строительства и ограничивает возможности застройки существующих населённых пунктов. Техногенный фактор часто является решающим для развития указанных вторичных явлений, 25-40 % зарегистрированного водного стока безвозвратно теряется, заболачивая и засоляя продуктивные земли [2].

Просадочные явления. Лёссовые грунты в описываемом районе представлены широко. В основном они развиты в области ступенчатых предгорий и на предгорной равнине. Характерной особенностью их является просадочность при избыточном увлажнении. Наиболее просадочные разности грунтов распространены на «прилавках». Пористость недоуплотнённых лёссовых грунтов в естественном залегании обычно пре-

вышает 48 % (до 53 %). Лёссовидные суглинки эолово-пролювиального комплекса предгорных ступеней хребта Илейского Алатау, в пределах верхней толщи отложений (до 5 м) обладают просадочными свойствами. Коэффициент относительной просадочности под нагрузкой $P = 0,3$ МПа изменяется от 0,2 до 0,03. При естественной влажности показатели сопротивления сдвига варьируют в пределах: угол внутреннего трения – 20–28°, сцепление – 0,02–0,05 МПа. В условиях полного водонасыщения сцепление снижается до нуля, угол внутреннего трения обычно не превышает 20°. Естественные просадочные явления, в виде западин и степных блюдец, наблюдаются на приводораздельных участках равнины и в местных понижениях рельефа, благоприятных для накопления атмосферных осадков, где грунт проседает под собственным весом. При строительстве капитальных сооружений и, особенно при проектировании и эксплуатации оросительных систем и ирригационных сооружений, необходимо строго учитывать просадочные явления, во избежание аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарёв В. П. «Гидрогеология и инженерная геология отдельных районов Казахстана». А-Ата. Изд. АН Каз. ССР. 1964. С. 116–162.
2. Колотилин Н. Ф., Бочкарёв В. П., Антоненко Э. М., Новицкий С. А. «Инженерно-геологические условия предгорной зоны Заилийского Алатау». Изд. «Наука». Алматы. 1967. 139 с.
3. Инженерная геология СССР. Т. 6 Изд. МГУ. Под ред. В. И. Дмитровского. 1977. 293 с.
4. Колотилин Н. Ф. «Деформация горных и береговых склонов». Изд. А Н Каз. ССР. А-Ата. 1961. 155 с.
5. Плеханов П. А., Медеу А. Р. «Управление рисками на местном уровне в сейсмоопасных зонах Казахстана». Алматы. 2005.
6. Бочкарёв В. П. и др. Опасные геодинамические процессы на территории Казахстана. / Пояснительная зап. к комп. карт М:2 000 000. Кокшетау. 2004. 182 с.
7. Мушкетов И. В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887. Труды Геолкома. С-Пб. 1890. Т. 10. № 1. 141 с.
8. Богданович К. И., Карк С. М., Корольков Б. Я., Мушкетов Д. И. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря (4 января 1911 г.). Труды Геолкома. Новая серия. С-Пб. 1914. Вып. 89. 252 с.
9. Баймурдаев Т., Виноградов В. «КАЗСЕЛЕЗАПИТА – оперативные меры до и после стихии». Алматы. 2007. 243 с.
10. Курскеев А. К. и др. Сейсмическая опасность орогенов Казахстана. Алматы. Эверо. 2006. 294 с.