

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 1, Number 427 (2018), 173 – 179

A. Medeu, V. Blagovechshenskiy, V. Zhdanov, S. Ranova

Institute of Geography, Satpaev University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: victor.blagov@mail.ru

**ASSESSMENT AND MAPPING OF LANDSLIDE RISK
IN THE TERRITORY OF ALMATY CITY**

Abstract. The problem of assessing landslide risk is very urgent for the city of Almaty and its environs. Many landslide areas are built up by residential buildings or are actively used in economic activities. The landslide hazard and the territory development maps were used to assess landslide risk. The landslide hazard map was compiled based on the results of surveys of landslides' traces and the data on seismogenic landslides of 1887. In Almaty region, landslide risk is largely due to a seismogenic factor. Three degrees of hazard were distinguished on the map of landslide hazard: a significant one, a moderate one and a low one. The criteria for identifying a degree of hazard were the data on volumes of landslides and the proportion of landslide areas. The map of the territory dacha development was divided into territories with urban development, with dacha development, territories adjacent to built-up areas, uninhabited territories used for recreation, and uninhabited territories rarely visited by people. Assessment of landslide risk, meaning a possibility of landslides causing damage of a certain severity, was done by combining the maps of landslide hazard and the territory development. There were identified areas with a significant, a moderate and a low risk on the landslide risk map. Territories with a significant risk include all landslide areas with a permanent population and territories with a high degree of landslide hazard, adjacent to populated areas. A significant damage from landslides is quite possible in these territories. It is necessary to carry out engineering anti-landslide measures here. Areas with a moderate and a low landslide hazards that adjoin to populated areas or are used for recreation are characterized by a moderate risk. Probability of damage from landslides is small here. In such territories, it is sufficient to create a warning system. A low risk is observed in areas rarely visited by people, and in areas with a low landslide hazard, used for recreation. In such areas, anti-landslide measures are not applied.

Key words: landslides, rock falls, landslide risk, assessment and mapping.

УДК 624.131

A. P. Медеу, В. П. Благовещенский, В. В. Жданов, С. У. Ранова

Институт географии МОН РК, Алматы, Казахстан

**ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО РИСКА
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АЛМАТЫ**

Аннотация. Для города Алматы и его окрестностей проблема оценки оползневого риска является очень актуальной. Многие оползнеопасные участки застроены жилыми домами или активно используются в хозяйственной деятельности. Для оценки оползневого риска использовались карты оползневой опасности и освоенности территории. Карта оползневой опасности составлялась по результатам обследований следов сошедших оползней и данным о сейсмогенных оползнях 1887 г. В Приалматинском регионе оползневой риск в значительной мере обусловлен сейсмогенным фактором. На карте оползневой опасности выделялись три степени опасности: сильная, средняя и слабая. Критериями для выделения степени опасности служили данные об объемах оползней и доле оползнеопасных участков. На карте освоенности территории выделялись территории с городской застройкой, с дачной застройкой, территории, прилегающие к застроенным, ненаселенные территории, используемой под рекреацию, ненаселенные территории, редко посещаемые людьми.

Оценка оползневой опасности, как вероятности нанесения оползнями ущерба определенной тяжести, производилась путем совмещения карты оползневой опасности и освоенности территории. На карте оползневой опасности были выделены территории с высоким, умеренным и низким риском. К территориям с высоким риском отнесены все оползнеопасные территории с постоянным населением и территории с сильной степенью оползневой опасности, прилегающие к населенным территориям. На этих территориях очень высока вероятность значительного ущерба от схода оползней. На них необходимо осуществлять инженерные противооползневые мероприятия. Умеренным риском характеризуются территории со средней и слабой оползневой опасности, которые прилегают к населенным территориям либо используются под рекреацию. Здесь вероятность ущерба от оползней небольшая. На таких территориях достаточно создать систему предупреждения. Низкий риск отмечается на территориях, редко посещаемых людьми, и на территориях со слабой оползневой опасностью, используемых под рекреацию. На таких территориях противооползневые мероприятия не применяются.

Ключевые слова: оползни, обвалы, оползневой риск, оценка и картографирование.

Введение. Крупнейший мегаполис Казахстана, город Алматы, с населением более 1,7 млн человек расположен у подножия хребта Иле Алатау. Южная часть города занимает низкогорную зону, где распространены лессовидные суглинки. Низкогорная зона, прилегающая к территории города, используется под дачные участки и как зона отдыха. В последние годы здесь активно ведется строительство коттеджей.

Территории, сложенные лессовидными суглинками отличаются высокой степенью оползневой опасности. Обычно оползни образуются весной и в начале лета, когда в Иле Алатау отмечается годовой максимум осадков [1]. В последнее время оползневая активность увеличилась в результате деятельности человека: подрезка и перегрузка склонов при прокладке дорог и строительстве домов, переувлажнение склонов бытовыми стоками и в результате прорывов водопровода.

Хребет Иле Алатау отличается высокой сейсмической активностью. Здесь возможны землетрясения силой до 9-10 баллов. Такие землетрясения были здесь в 1887 и 1911 годах [2]. Здесь очень высока вероятность массового образования сейсмогенных оползней, как это было 28 мая 1887 г.

Поэтому для города Алматы и его окрестностей задача оценки и составления карт оползневой опасности является очень актуальной. Как известно, риск представляет собой произведение ущерба от какого-либо опасного явления, на вероятность такого явления [3]. В нашем случае мы рассматриваем риск, обусловленный оползнями – оползневой риск. В условиях большой неопределенности составляющих оползневой опасности, когда невозможно точно вычислить величину риска в количественных показателях, приходится прибегать к оценке риска качественными категориями [4, 5]. В данной работе мы использовали три градации уровня риска: неприемлемый, приемлемый и пренебрежимый. Неприемлемым считается уровень риска, когда высока вероятность образования оползней, которые могут привести к большим разрушениям и человеческим жертвам. В этом случае необходимы инженерные меры защиты. Приемлемый уровень риска означает, что существует значимая вероятность образования оползней, которые могут нанести несущественный ущерб. В таких условиях достаточно организовать правильное землепользование и наладить систему предупреждения. Пренебрежимым считается риск, когда и вероятность схода селей и ущерб от них являются незначительными. В этом случае никаких защитных мер не предпринимается.

Для оценки оползневой опасности в г. Алматы использовались данные об объемах и распространении оползней, полученные в ходе натурных обследований и по литературным данным. Потенциальный ущерб определялся наличием на данной территории постоянного или временного населения, сооружений и инфраструктуры.

Сейсмогенные оползни и обвалы в Приалматском регионе. Очень ценный материал об оползнях и обвалах изложен в книге И. В. Мушкетова, изданной в 1890 г. [6, 7]. Землетрясение с магнитудой 7,3 произошло рано утром 28 мая 1887 г. Максимальная сила в эпицентре: более 9-10 баллов [2]. Всего жертвами землетрясения стало 332 человека. Из них в горах под обвалами с оползнями погибло 154 человека.

Крупные и непрерывные разрушения начинаются с долины Бельбулака и Котурбулака, тянутся почти непрерывной полосой к западу до долины Каскелена. Длина полосы наибольших разрушений 35 км. В поперечном направлении – 20 км. Нижняя граница проходит по подножию

хребта на высоте 900-1200 м над ур. м., верхняя – на 2400-2700 м над ур. м. Наиболее крупные и почти сплошные разрушения прослеживаются до высоты 1500-1800 м. Вся площадь разрушений занимает 2000 км², но площадь сплошных разрушений – 175 км². Общий объем смещенных пород на северном склоне ИлеАлатау составляет 440 млн м³.

Очевидцы свидетельствуют, что все оползни и обрывы произошли одновременно, как бы от одного удара. При этом землю «взрывало и большими кусками подбрасывало вверх», а из некоторых трещин «вылетала жидкая грязь». Оплывины сразу потекли из всех логов. Вначале они текли стремительно, но затем очень медленно, так что самые крупные из них в сутки проходили не более 300 м. Движение некоторых оплывин продолжалось несколько дней.

Оплывины при своем надвигании со склонов в долину местами запрудили русла потоков и образовали временные озера. Прорыв этих озер, происходивший через 1-3 дня, совершался местами бурно.

Наиболее крупные оползни и обвалы происходили на участке от Широкой Щели до Аксяя. В настоящее время эта территория входит в состав г. Алматы.

В Прямой Щели и оплывины начинаются на высоте более 1800 м, и тянутся почти непрерывно на 10 км. Главная оплывина занимает почти всю долину Прямой Щели. Она только 2 км не доходит до подножия гор. Длина главной оплывины около 7 км, ширина – от 100 до 500 м, толщина – от 30 до 60 м, местами даже 70 м, объем 84 млн м³. Общий объем оползней в долине Прямой Щели – 126 млн м³.

В Широкой Щели общий объем оползней 1,5 млн м³. В долине Киши Алматы объем передвинутых пород 12 млн м³. Объем всех смещений между ущельями Улкен и Киши Алматы составляет 6 млн м³.

Разрушения в долине Улкен Алматы начинаются на высоте 850 м. Напротив устья Тересбутака на левой стороне Улкен Алматы выделяется гранитный обвал в боковом ущелье Кокшека. Он отличается от других обвалов своим белым цветом. Длина обвала 4 км, ширина 200 м, толщина 30 м, объем 24 млн м³.

Выше Тересбутака поражает своей величиной громадный обвал, вышедший из левого притока – Проходной Щели. Этот обвал завалил дом лесника со всем его семейством, а также несколько юрт с 39 чабанами и много скота. Толщина отложений обвала 60 м. Он завалил ущелье Улкен Алматы на 300 м по ширине и на 3 км по длине. Его объем 54 млн м³.

Между Улкен Алматы и Джаманбулаком оплывины хотя многочисленны, но не доходят до подошвы гор. Их объем 6 млн м³.

На Джаманбулаке находится оплывина, заполнившая не только всю долину, но и вышедшая за пределы гор. Поток густой грязи двигался очень медленно, и уже вышедши из гор, продолжал ползти 4 дня. Он широко разлился по предгорной равнине по обе стороны от устья. обе стороны русла, заполнил равнину, отделявшую Джаманбулак от соседней р. Карагайлы, и разлился на широкой площади между Джаманбулаком и Ойджайляу. о. Длина этой огромной оплывины в пределах гор 4 км, и на равнине почти 2,5 км, объем 30 млн м³.

Следующая к западу оплывина в ущелье Тастыбулак гораздо меньше. Длина ее вне ущелья 1500 м, а в ущелье 3000 м. Наибольшая ширина ее в конце 250 м, средняя 70 м, толщина 20 м, объем 6,5 млн м³.

В долине Аксяя следы разрушения многочисленны и наибольшего развития достигают на высоте 1650 м. Первые оползни появляются на левом склоне Аксяя уже в 1 км от начала ущелья. Первый крупный оползень находится на правом склоне в 2 км от начала ущелья. Его толщина до 20 м, объемом 200 тыс. м³. Менее чем через 0,5 км выше начинается сплошной завал, образованный несколькими оползнями, заполнившими долину Аксяя на всю ширину. Мощностью отложений 40-50 м, местами до 70-80 м, объем 25 млн м³.

На высоте 1400 м грязевые потоки оканчиваются и заменяются каменным гранитным обвалом, резко отличающимся от темноцветных оплывин своим белым цветом. Обвал начался в вершине Акжара и занимает долину Аксяя во всю ширину и по длине 500 м. Толщина гранитного завала в ущелье Акжар больше 100 м. Объем обвала равняется 40 млн м³. Все оползни выше Акжара имеют суммарный объем 6 млн м³. В долине Аксяя погибло до 60 человек.

Оползни и обвалы в нескольких местах запрудили долину Аксай, образовав временные озера, вследствие чего до 11 часов вечера 28 мая в Аксае не было воды. Ночью плотины были прорваны. Образовавшийся грязевой поток прошел более 15 км по предгорной равнине и перекрыл дорогу между Верным и Каскеленом на длине 8 км.

Оползневой риск. Для оценки оползневого риска были составлены две карты: карта оползневой опасности и карта освоенности территории.

Карта оползневой опасности в масштабе 1:25 000 (рисунок 1) была составлена по результатам обследования следов оползней, большая часть которых сошла при Верненском землетрясении 1887 г. [16, 17]. Карта составлена на территорию южной части города Алматы и низкогорной зоны Иле Алатау, прилегающую к городу. На карте показаны оползнеопасные территории с сильной, средней и слабой степенями оползневой опасности.

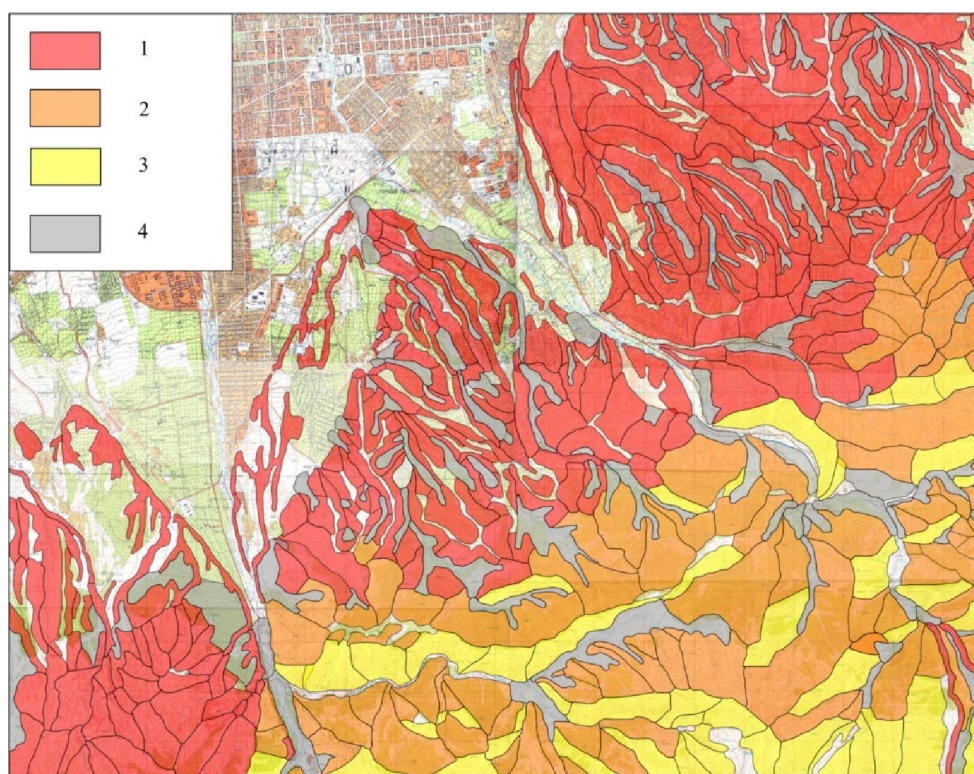


Рисунок 1 – Карта оползневой опасности Приалматинского региона Иле Алатау.
Степень оползневой опасности: 1 – сильная, 2 – средняя, 3 – слабая, 4 – отложения старых оползней и обвалов

Территории с сильной степенью оползневой опасности занимают предгорную зону, так называемых «прилавок». Здесь распространены лессовидные грунты мощностью до 50 м. Характерной особенностью этих грунтов является потеря прочности при увлажнении. Поэтому, здесь очень велика вероятность образования оползней после сильных и продолжительных дождей, как это было в 2003 и в 2016 годах. В последнее время участились случаи образования антропогенных селей при утечках воды из поврежденных водопроводов. Если в дождливый период произойдет сильное землетрясение, оползнеобразование примет массовый и катастрофический характер, как это было в 1887 г. На этих территориях объемы оползней достигают сотен тысяч метров кубических, а оползневой опасности подвержено более 50 % площади.

В южной части Алматы участки с сильной степенью оползневой опасности узкими полосами протягиваются по склонам эрозионных врезов, веером расходящихся от вершин конусов выноса рек Киши Алматы, Улкен Алматы и Каргалы.

Выше прилавок, в низкогорной зоне Иле Алатау (на высотах 1000-2000 м над ур. м.), коренные склоны покрыты мощным задернованным чехлом делювиальных щебнистых суглинков. Склоны северной экспозиции отличаются повышенной мощностью делювиального чехла. Степень

оползневой опасности на этих территориях может характеризоваться как средняя. Глубина захвата грунта не превышает 2-3 метра. Объемы оползней без сейсмических воздействий не превышают 10 тыс. м³. Однако, оползневой опасности подвержено более 50 % площади склонов северной экспозиции. При неблагоприятном стечении обстоятельств (сильные дожди и сильное землетрясение) оползнеобразование может охватить большие площади, а объемы оползней – превысить 100 тыс. м³. Такие оползни наблюдались в 1887 г. в бассейнах рек Прямуха, Каменка, Ойжайляу, Тастыбулак.

В среднегорной зоне Иле Алатау, выше 2000 м, мощность делювиального чехла на склонах составляет 1-2 м, что препятствует образованию крупных оползней. Для этой зоны характерны мелкие оплывины объемом менее 1 тыс. м³, которые сходят после сильных дождей. Оползневой опасности подвержено менее 20 % площади склонов. В этой зоне появляется опасность обвалов скальных пород. При сильных землетрясениях размеры обвалов могут достигать катастрофических объемов в несколько десятков миллионов м², как, например, обвал в долине р. Проходная или Акжарский обвал в долине р. Аксай. Однако, такие случаи очень редки. Поэтому, в целом, в этой зоне оползневую опасность можно считать слабой.

На карте освоенности выделено пять типов освоенности (рисунок 3). Основным критерий деления – плотность населения и характер его размещения.

На территориях с городской застройкой отмечается плотность населения, постоянно пребывающих на этой территории превышает 10 тыс. чел/км². Поэтому любой оползень, случившийся здесь, неизбежно приведет к гибели людей.

На территориях с дачной застройкой люди пребывают непостоянно, в зависимости от сезона и времени суток. Средняя плотность населения здесь менее 1 тыс. чел/км². Поэтому вероятность попадания людей под действие оползней в несколько раз меньше, чем на территориях с городской застройкой, но все же достаточно высокая.

Среди застроенных территорий и по соседству с ними находятся участки, где нет жилых домов, но которые используются населением для тех или иных целей. На этих территориях на 1 км² находится одновременно не более 100 человек.

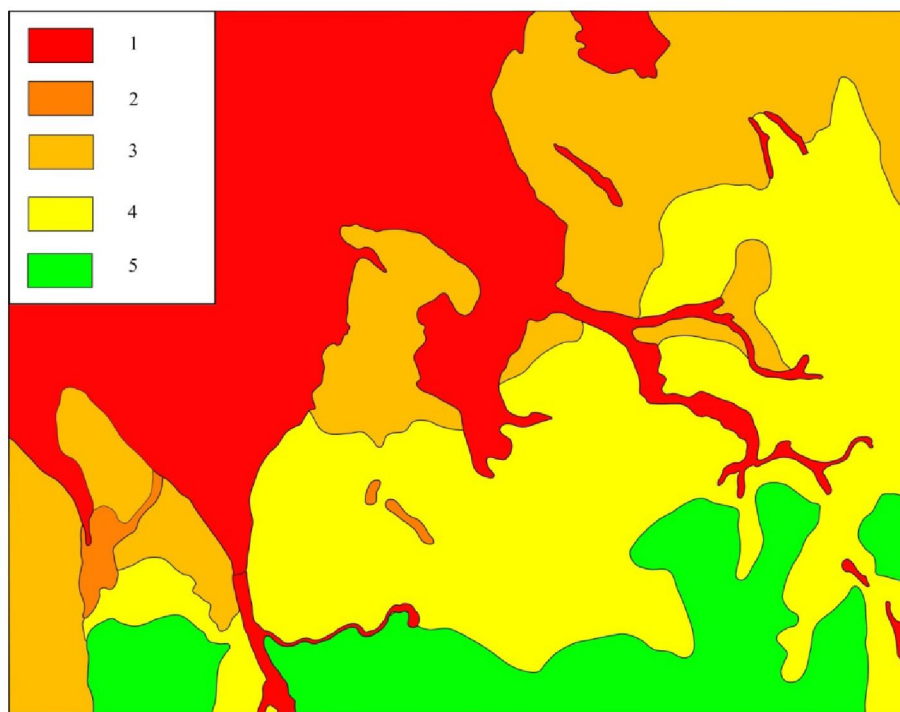


Рисунок 2 – Карта освоенности территорий.

Тип освоенности территории: 1 – городская застройка с постоянным населением, 2 – дачная застройка с временным населением, 3 – территории, прилегающие к застроенным, с высокой вероятностью пребывания людей, 4 – ненаселенные территории, используемые для рекреации, 5 – ненаселенные территории, редко посещаемые людьми.

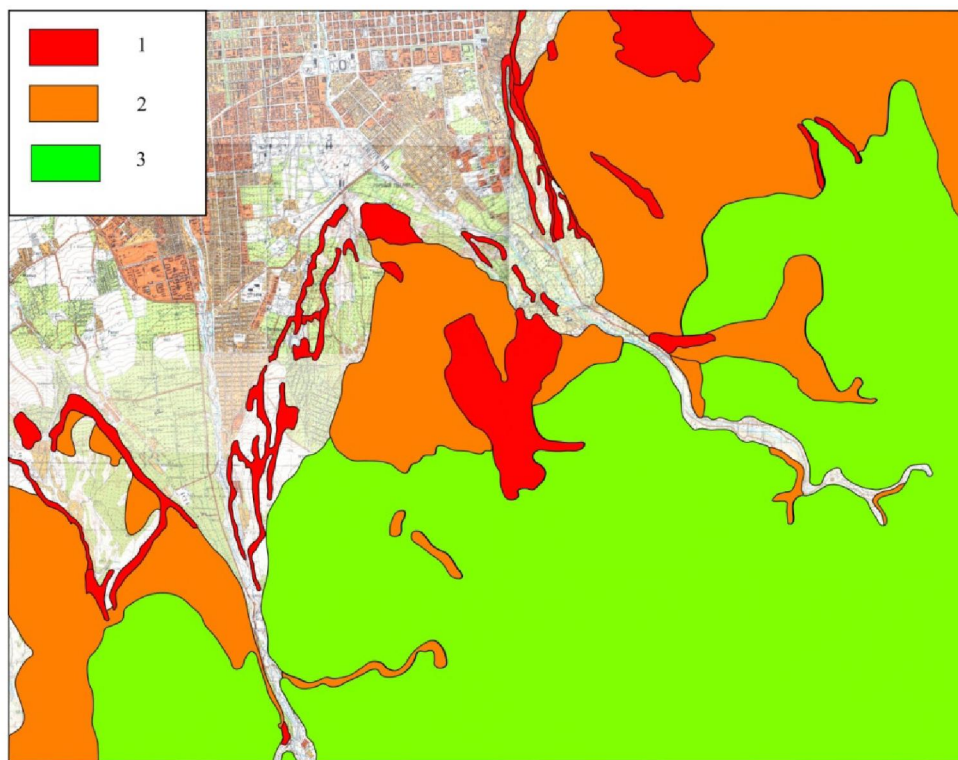
В ближайших окрестностях города, особенно по долинам Киши Алматы, Улкен Алматы и Аксая, находятся территории, используемые для рекреации. На этих территориях в выходные дни бывает большое скопление людей. Если в этот отрезок времени здесь сойдет оползень, то неизбежны человеческие жертвы.

В верховьях горных долин на труднодоступных участках, посещаемых отдельными любителями экстремальных видов спорта, вероятность попадания людей под оползни – минимальная и близкая к пренебрежимой.

Совмещение карты оползневой опасности и карты освоенности позволило выполнить оценку уровня оползневой опасности Приалматинского региона (рисунок 3). Вся территория была поделена на три зоны: 1) зона высокого оползневой опасности, 2) зона умеренного оползневой опасности, 3) зона низкого оползневой опасности (таблица, рисунок 3).

Уровень оползневой опасности в зависимости от степени оползневой опасности и типа освоенности территории

Тип освоенности	Степень оползневой опасности		
	сильная	средняя	слабая
Городская застройка	Высокий	Высокий	Высокий
Дачная застройка	Высокий	Высокий	Высокий
Территории, прилегающие к застроенным	Высокий	Умеренный	Умеренный
Ненаселенные территории, часто посещаемые людьми	Умеренный	Умеренный	Низкий
Ненаселенные территории, редко посещаемые людьми	Низкий	Низкий	Низкий



Уровень риска: 1 – высокий, 2 – умеренный, 3 – низкий.
Рисунок 3 – Карта сейсмогенного оползневой опасности

В зону высокого оползневой опасности входят территории с постоянным населением, где есть опасность схода даже небольших оползней. Это городские территории и дачные массивы.

К зоне с умеренным риском относятся территории с сильной оползневой опасностью, где нет постоянного присутствия людей. Это – примыкающая с юга к г. Алматы низкогорная зона Иле Алатау.

К зонам с низким риском относятся территории со слабой оползневой опасностью, редко посещаемые людьми.

Благодарности. Исследования выполнены по проекту грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки РК «Опасные экзогенные процессы, вызываемые землетрясениями, в Казахстане и их влияние на рациональное природопользование» № 2116/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мустафаев С.Г., Смоляр В.А., Буров Б.В. Опасные геологические процессы на территории Юго-Восточного Казахстана. – Алматы: Гылым, 2008. – 264 с.
- [2] Нурмагамбетов А. Сейсмическая история Алматы. – Алматы: Наука, 1999. – 160 с.
- [3] Мягков С.М. География природного риска. – М.: изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
- [4] Природные опасности. Оценка и управление природными рисками / под ред. А. Л. Рагозина. – М.: КРУК, 2003. – 242 с.
- [5] Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.
- [6] Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. // Труды геологического комитета. – СПб., 1890. – Т. 10, № 1. – 140 с.
- [7] Благовещенский В.П. Сейсмогенные оползни и обвалы 1887 г. в Иле Алатау // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2012. – № 2. – С. 14-21.

А. Р. Медеу, В. П. Благовещенский, В. В. Жданов, С. У. Ранова

География институты, Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУМАҒЫНДА ЖЫЛЖЫМА ҚАТЕРІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯЛАУ

Аннотация. Алматы қаласы мен оның маңайында жылжыма қатерін бағалау мәселесі өте маңызды. Көптеген жылжыма қауіпі бар аймақтарға тұрғын үйлер салынған немесе шаруашылық әрекетінде өте белсенді қолданыста. Жылжыма қатерін бағалау үшін аумақтың игерілуі және жылжыма қауіпі карталары қолданылды. Жылжыма қауіпі картасы бұрын болған жылжыма орындарын зерттеу арқылы және 1887 жылғы сейсмогендік жылжымалар туралы мәліметтер негізінде құрастырылды. Алматы маңы аймағында жылжыма қатерінің болуы біршама сейсмогенді факторларға негізделген. Жылжыма қауіпі картасында үш қауіп деңгейі көрсетілген: жоғары, орташа және төмен. Жылжыма көлемі мен жылжыма қауіпі бар учаскелердің ауданы туралы мәліметтер қауіп деңгейін бөлудің белгісі ретінде қолданылды. Аумақтың игерілуі картасында аумақтар қала құрылысы бар жерлер, саяжай құрылысы, құрылыс салынған жерге жақын аумақтар, халық қоныстанбаған аумақтар, адамдар аз баратын жерлер деп бөлінді. Белгілі бір деңгейде жылжыма әсерінен мүмкін болатын шығын ретінде жылжыма қатерін бағалау, жылжыма қауіпі мен аумақтың игерілу картасын біріктіру арқылы жүзеге асырылды.

Жылжыма қатері картасында жоғары, орташа және төмен қатерлі аумақтар бөлінді. Жоғары қатерлі жылжымалы аумақтарға жылжыма қауіпі бар тұрақты халық қоныстанған және елді мекендерге жақын орналасқан жылжыма қауіпі өте жоғары аумақтар жатқызылды. Бұл аумақтарда жылжыма болған жағдайда мүмкін болатын шығын көлемі өте жоғары. Оларға жылжымаға қарсы инженерлік шаралар жасау қажет. Орташа қатерлі деп елді мекендерге жақын орналасқан немесе рекреациялық мақсаттарда қолданылатын орташа және әлсіз жылжыма қауіпі бар аумақтар сипатталады. Мұндағы жылжымадан болатын шығын аса көп емес. Бұл аумақтарда ескерту жүйесін құру жеткілікті. Төмен деңгейлі қатер адамдар аз жүретін және әлсіз жылжыма қауіпі бар рекреация мақсатында қолданылатын аумақтарда байқалады. Бұл аумақтарда жылжымаға қарсы шаралар жасалмайды.

Түйін сөздер: жылжымалар, опырылмалар, жылжыма қатері, бағалау және картографиялау.

Сведения об авторах:

Медеу Ахметкал Рахмтуллаевич – академик НАН РК, доктор географических наук, профессор, директор ТОО «Институт географии МОН РК, ingeo_2009@mail.ru.

Благовещенский Виктор Петрович – доктор географических наук, заведующий лабораторией природных опасностей ТОО «Институт географии МОН РК, ingeo_2009@mail.ru.

Жданов Виталий Владимирович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лабораторией природных опасностей ТОО «Институт географии МОН РК, zhdanovvitaliy@yandex.ru.

Ранова Сандугаш Усеновна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лабораторией природных опасностей ТОО «Институт географии МОН РК, sandu2004@mail.ru.