

К.М. Сарафян

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ, УГРОЖАЮЩИХ ГОРОДАМ

*“Не обвиняй Природу, она исполнила свой долг,
заботься об исполнении твоего”.*

Д. Мильтон

Статистически вычислено, что в целом на планете Земля каждый сотый человек погибает от воздействия опасных природных явлений. Стихийные бедствия, которые произошли в мире за последние 20 лет, привели к гибели 1,3 миллиона человек и нанесли материальный ущерб в размере свыше 2,9 триллиона долларов, говорится в докладе Управления ООН по уменьшению опасности стихийных бедствий (ЮНИСДР). Исследования последних лет показали, что в результате землетрясений люди в основном погибают по причине ошибок геологов, строителей, производителей стройматериалов и других погрешностей, сделанных проектировщиками, управленцами и другими участниками градостроительства.

Достоверность и объективность геологической информации, и изучение опасных геологических явлений можно считать основным звеном защиты населения от стихийных бедствий. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в строительстве становится все более востребованным во всей строительной отрасли, от планирования до строительства, включая геологические изыскания и оценку риска геологического характера.

Ключевые слова: *опасные геологические явления, геологическая информация, инженерно - геологические исследования.*

За последние почти 97 лет в регионе Армянского нагорья было зарегистрировано около 23 сильных землетрясений: из них наиболее значимые следующие: Армения, 1926 г., погибло 1000 человек; Армения, 1931 г., 2890 смертей; Турция, 1939 г., Эрзинджанское землетрясение, погибло 50000 человек; Армения, 1968 г., зангезурское землетрясение - нет данных; Армения, 1988 г., Спитакское землетрясение, погибло 25000 человек; Иран, 1990 г., Рудбарское землетрясение, 50000 погибших; Турция, 1992 г., Эрзинджан, 498 человек погибших; Турция, 1999 г., погибло 15000 человек; Иран, 2003 г., землетрясение в Баме, 35000 жертв; Последнее землетрясение произошло в Турции 6 февраля 2023 г. магнитудой 7,8, погибших около 54000. В целом от землетрясений в регионе погибло в сумме 233388 человек.

В Армении в последние десятилетия отмечается интенсивная урбанизация, появились новые микрорайоны, отдельные многоквартирные здания и целые комплексы, и жилищное строительство является одним из основных отраслей экономики страны.

Изучение и прогноз геологических процессов и явлений связаны с проблемой охраны среды и рационального природопользования, защитой жизни людей в целом, поэтому инженерная и хозяйственная деятельность человека должны основываться на знании законов развития геологических процессов и явлений, на определении инженерно-геологических условий [1].

В любом городе есть много специалистов, чей опыт можно использовать при изучении грунтовых условий городской территории. Геологические исследования в городе проводятся множеством заинтересованных геологов, которые могут осуществить сбор, документацию и обобщение геологических данных. В рамках многочисленных исследований в черте города можно использовать данные геологического описания горных выработок как при проходке канав, туннелей, скважин, траншей и т. д, так и при проведении работ для туннелей метро, подземных переходов, траншей для линий связи, канализационных коллекторов, водопроводов, селепроводов и других подземных коммуникаций. Эти работы проводились в разное время, разными организациями и специалистами, в связи с этим есть необходимость обобщить эти материалы.

В разное время, в разных частях города были проведены несколько сотен шурфов канав и множество котлованов, для строительства домов, станций метро и других сооружений. При вскрытии грунтов из обнажений были взяты пробы, проанализированы и документированы, геологическими разрезами, вскрытыми горными выработками, связанными как со строительством зданий и сооружений, так и прокладкой подземных коммуникаций.

Таким образом, можно уверенно предположить, что геологическое изучение местности играет важную роль на всех этапах городского и регионального планирования в строительстве и реконструкции городов. Очевидно, так же, что скрывающиеся под различными сооружениями геологические особенности почвы и грунта территории города должны быть выявлены и грамотно описаны.

В современных городах, при планировании строительства учитывают не только местную геологию, но и гидрогеологические особенности и возможность возникновения опасных геологических явлений и процессов, как: наводнения, сели, оползни, землетрясения, вулканы, обвалы, камнепады, оседание почвы и другие геологические опасности. Последние годы в мировой практике наиболее часто начали появляться сообщения о суффозионных процессах на территории городов, в том числе и в Ереване. В результате механического выноса частиц из толщ грунтов – суффозии, возникают подземные пустоты, воронки, происходит оседание поверхности за счет уплотнения грунтов.

Одно из первых инженерно-геологических исследований в Армении проводились при строительстве Ширакского канала (1922 г.), а также при строительстве Дзорагетского ГЭС (1927 г.) [2].

Геологическая информация об опасных геологических явлениях и процессов, особенно актуальна при проведении строительных работ в уже заселенных участках, где особую роль играют старые подземные выработки и изменения структуры почвы в результате дополнительных нагрузок строительными объектами на склоны и изменения гидрологического режима местности.

Для уменьшения влияния на население, территорий и системы управления, опасностей и опасных явлений, основным фактором является создание и обеспечение постоянного развития юридической и нормативно правовой базы [3].

Для нормативной базы будет полезно создание и публикация сводного отчета детального инженерно-геологического исследования городских районов города Еревана, где будет собрана и систематизирована вся геологическая информация с 1940 года и до наших дней. В результате может быть составлена современная геологическая карта на которой будут обозначены важнейшие разновидности горных пород и грунтов, приведены их главные инженерно-технические характеристики, а также сведения о минеральных ресурсах и очагах опасных геологических явлений и процессов в районе города Еревана и его окрестностей.

Важным аспектом при градостроительстве является изучение гравитационных экзогенных процессов (оползневые, обвалы, просадки, обводнения, селевые потоки, камнепады, суффозии) и разработка мероприятий по борьбе с ними (подпорные стены, селепроводы, сеточные ограждения, барражи, запрещение производства взрывных работ вблизи оползневых участков, деривационные дренажные каналы).

В результате неконтролируемых подземных течений, вызванных деятельностью человека вод, при определенных условиях, зарождаются суффозионные очаги.

Управление антропогенными нагрузками является важным фактором для обеспечения устойчивости экосистемы города [4].

Нижней составной частью разреза новейших вулканических образований Араратской впадины, налегающих на вардашенские аллювиальные слои, являются покровные долеритовые базальты и андезитово-базальты. В Ереванском районе основной поток долеритовых базальтов двигался в пределах г. Еревана по направлению Ариндж-Аван-Кармирблур-село Айнтап [5].

Изучив последствия землетрясений на городские постройки, были сделаны несколько основополагающих выводов. Большинство повреждений зданий и сооружений во время землетрясений связано с низкой прочностью и обрушениями грунтов, которые проявляются в виде оползней, срыва пород, разжижением грунта, расслоения насыпей, потери устойчивости склонов, осадков фундаментов. Геологическая информация должна быть достоверной, например, сведения о характере колебаний грунтов при землетрясениях можно получить только при их регистрации во время землетрясения. Закономерности колебания грунта при землетрясениях очень разнообразны и существенно отличаются друг от друга, даже если они происходят в одном и том же месте [6].

Отдельно следует рассматривать строительство на слабых грунтах, где требуется осуществление специальных инженерных мероприятий по обеспечению устойчивости сооружений, поэтому капитальные затраты в этих условиях по сравнению с капитальными затратами при строительстве в обычных условиях возрастает на 3-5%, иногда на 10-20%.

Строительство зданий и сооружений на слабых грунтах связано, с определенными трудностями, и требует больших затрат средств и времени, для получения достоверной информации, что обусловлено их низкой несущей способностью, высокой сжимаемостью и водопроницаемостью. Все здания и сооружения, возводимые на слабых грунтах, рассчитываются на устойчивость и деформацию.

Учитывая важность достоверности данных инженерно-геологических изысканий, при строительстве зданий в городских условиях, следует на основании этих данных разработать соответствующие рекомендации для повышения устойчивости территорий, для различных видов строительства.

При реализации инженерно-геологических исследований необходимо начинать с изучения архивных материалов, следующим этапом является бурение и анализ, изучается также гидрологический режим местности, литологический состав пород, геологическое строение, основные характеристики о состоянии почвы и грунта. Хочется специально подчеркнуть важность достоверности информации, полученной при инженерно-геологических изысканиях, в частности при определении в пробах грунта и пород физико-механических и химических свойств. Важно также определение и детальное описание типов опасных природных явлений и процессов: плоскостная и овражная эрозия, речная эрозия, оползни и обвалы, суффозия, просадки, подтопления и другие опасные геологические явления.

Отдельно рассматривается возможность тектонических катастроф, таких, как землетрясения и вулканические процессы, а также процессов, сопутствующих вулканическим извержениям. Наиболее часто в черте города, наблюдаются природные процессы в виде развития подповерхностной эрозии или суффозии, которые способствуют разрушению кавернозных участков коренных пород вдоль активных разломов. Эти явления могут повлиять на устойчивость отдельных склонов, защитных инженерных сооружений и зданий, а также котлованов новых зданий, которые предусмотрены планом реконструкции города. Учитывая горный рельеф на которой расположена основная часть территории города Еревана важную роль играет устойчивость склонов, на которые влияют: увлажнение, осушение, температурное расширение и сжатие, промерзание и оттаивание, передвижение транспорта, градостроительная деятельность и т.д. Кроме того, устойчивость склонов может нарушаться землетрясениями, а также разработкой недр и строительством.

Выработка решения выбора площадки строительства, в общем случае происходит по следующей схеме: уточнение задачи, в нашем случае выбор оптимального места площадки строительных работ, оценка инженерно-геологических условий участка работ, это проведение изыскательских работ, начиная с бурения скважин, проходки шурфов и канав, с отбором проб, с дальнейшим анализом физико-химических особенностей и определения модуля деформации грунтов. В действующем законе РА «О градостроительстве», в статье 13 особо подчеркнуто, что представители общественности в ходе осуществления градостроительной деятельности имеют право: а) получать достоверную информацию о планируемых изменениях среды их жизнедеятельности. Следовательно, на законодательном уровне подчеркивается необходимость достоверности информации.

По данным нескольких котлованов новых зданий, в центре города, прямым наблюдением в разрезе обнажений уверенно выявлены три слоя: верхний слой представлен песчано-галечными и глинистыми отложениями желтого цвета около 3-4 метра, под которым залегает толща черного Ереванского игнимбритового туфа тоже 3-4 метра, а ниже обнажены аллювиальные глинистые пески, красноватого цвета видимой мощностью в 4 метра, эта толща

более консолидирована, более плотная. Все слои залегают горизонтально, разрывные нарушения и складки, не выявлены, в скальных породах также не наблюдаются трещины. По нашим наблюдениям под туфами залегают маркирующий прослой белого пепла, мощностью от 2 до 10 см, такие же данные можно увидеть в академическом издании “Минеральные ресурсы Армянской ССР, неметаллические ископаемые” (Ереван, 1949г., стр. 564), изложенные авторами А.И. Месропян, И.А. Тараян. В целом вырыты котлованы глубиной около 12 метров.

С учетом полученных результатов геологической информации, по необходимости, надо применять дренаж с целью уплотнения слабых грунтов, которые вскрыты в центральной части города Еревана несколькими котлованами строительных площадок вырытых и документированных за последние десять лет. Котлованы фундаментов, по нашим наблюдениям нередко заполнялись водой, грунты в последствии приобретают высокую влажность, и требуется проведение мероприятий по их осушению. В последствии определяется тип фундамента в зависимости от грунтовых условий и наличия разнородных природных рисков.

Если в нормальных эксплуатационных условиях нагрузки через горизонтальные конструкции передаются на каркасы или стены, затем на фундаменты и через них на основания, то при землетрясениях – наоборот. Возникшие в результате сотрясения глубинных слоев земли, вертикальные и горизонтальные нагрузки передаются через фундаменты на надземные конструкции.

Результат геологических исследований зависит от достоверности и точности исходных данных, что может повлиять на объективность данных. Данные должны быть воспроизводимыми, что достигается повторным отбором проб или повторным контрольным анализом. При строительстве есть условие, что подрядчик обязан соблюдать требования, содержащиеся в задании и в других исходных данных для выполнения проектных и изыскательских работ, и вправе отступить от них только с согласия заказчика. Тем самым очевидна важность достоверности исходных данных. В нашем случае, при выборе места котловины строительства, исходными данными можно считать, определение литологического состава фундамента, данные о наличии микротрещин, гранулометрические данные, установление минералогического состава, результаты проведенных петрографических исследований и описание валунно-галечного материала. При изучении обнажений основания зданий особое внимание надо обращать на физико-механические характеристики пород основания, оценку геологических рисков, прогнозу состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий; а также геотехнический прогноз влияния строительства на окружающую застройку, геологическую среду и экологическую обстановку.

Сейчас самое широкое распространение на стройплощадках получили беспилотники. Дроны используются для съемки сверху, что позволяет получить более полное представление о площадке на различных этапах строительного проекта. В беспилотниках необходимо использовать искусственный интеллект, чтобы сопоставлять чертежи с аэрофотосъемкой земли. Нейронные сети помогут проверять изображения и сравнивать их с другими несоответствиями конструктивных решений. Так обнаруживают любые потенциальные риски для здания до того, как они произойдут, экономя время и деньги.

Учитывая многокомпонентность строительной отрасли, возникает острая необходимость использование таких информационных технологий как искусственный интеллект, которая позволит значительно снизить издержки в процессе проектирования, строительства и эксплуатации за счет значительного снижения количества ошибок при проектировании, и их своевременного исправления, а также за счет исключения человеческого фактора. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в строительстве становится все более востребованным во всей строительной отрасли от планирования до строительства, включая геологические изыскания и оценка риска геологического характера. На сегодня, разрушительное влияние человека является самым активным геоморфологическим агентом.

Резюмируя сказанное, можно сделать заключение, что при инженерно-геологических исследованиях информация должна соответствовать следующим требованиям: достоверность, точность, полный объем, правильная интерпретация, своевременность и полезность. В результате, возникает необходимость создания единой системы базы данных, где будут собраны физико-механические характеристики пород основания, данные по оценке геологических рисков, прогноз состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта.

Литература

1. **Войткевич Г.В. и др.**, Справочник по охране геологической среды, том 1, Ростов на Дону, изд. Феникс, 1996. – 445 с.
2. **Бойнагрян В.Р., Степанян В.Э.**, Хачатрян Д.А., Ядоян Р.Б., Аракелян Д.Г., Гюрджян Ю.Г., Оползни Армении (отв. редактор В.Р. Бойнагрян). – Ер., 2009. – 308 с.
3. **Матевосян Г.Ш.**, Кризисное управление, Монография, (на армянском языке), Ер., авторское издание, 2020. – 379 с.
4. **Сарафян К.М.**, Актуальные вопросы современной науки, сборник научных трудов, выпуск 9 книга 1, Новосибирск, 2009г, Международная туристская геоэкологическая экскурсия по странам черноморского региона, СС. 14-19.
5. **Саядян Ю.В.**, Новейшая геологическая история Армении, Ер., изд. “Гитутюн” НАН РА, 2009. – 356 с.
6. **Хачиян Э.Е.**, Прикладная сейсмология, Ер., изд. “Гитутюн” НАН РА, 2008. – 491 с.

Կ.Մ. Սարաֆյան

ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՔԱՂԱՔՆԵՐԻՆ ՍՊԱՌՆԱՑՈՂ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

*«Մի մեղադրեք բնությանը, նա կապարել է իր
պարտականությունը, հոգ փանեք ձերի կապարմանը»:*

Դ.Միլթոն

Դաշտային և լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքում սրացված տեղեկատվության հավաստիությունը որոշիչ դեր է խաղում ինժեներական և երկրաբանական հետազոտություններում:

Վիճակագրորեն հաշվարկված է, որ ընդհանուր առմամբ, երկիր մոլորակի վրա ամեն հարյուր հազարերորդ մարդը մահանում է բնական վրանգավոր երևույթների ազդեցությունից: Տարերային

աղետները, որոնք տեղի են ունեցել ամբողջ աշխարհում վերջին 20 տարիների ընթացքում, խլել են 1,3 միլիոն մարդու կյանք և պատճառել ավելի քան 2,9 տրիլիոն դոլարի գույքային վնաս, ասվում է ՄԱԿ-ի Աղետների նվազեցման գրասենյակի (UNISDR) զեկույցում: Վերջին տարիների ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ երկրաշարժերի զոհերի մեծ մասը, հանդիսանում է երկրաբանների, շինարարների, շինանյութ արտադրողների սխալների և նախագծողների, կառավարիչների և քաղաքաշինության այլ մասնակիցների կողմից թույլ տված այլ սխալների արդյունք:

Երկրաբանական տեղեկատվության հավաստիությունն ու օբյեկտիվությունը, վրանգավոր երկրաբանական երևույթների ուսումնասիրությունը կարելի է համարել բնակչությանը բնական աղետներից պաշտպանելու հիմնական օղակը: Արհեստական բանականության (ԱԲ) կիրառումը շինարարության մեջ ավելի ու ավելի մեծ պահանջարկ է ձեռք բերում շինարարության ոլորտում՝ պլանավորումից մինչև շինարարություն, ներառյալ երկրաբանական հետազոտությունները և երկրաբանական ռիսկերի գնահատումը:

Առանցքային բառեր. վրանգավոր երկրաբանական երևույթներ, երկրաբանական տեղեկատվություն, ինժեներական և երկրաբանական հետազոտություններ, արհեստական բանականություն:

K.M. Sarafyan

GEOLOGICAL INFORMATION ABOUT GEOLOGICAL PHENOMENA, THREATENING CITIES

***“Do not blame Nature, it did it's duty,
take care of fulfillment of yours.”***

D. Milton

It is statistically calculated, that in general one in every hundred thousand people on Earth dies from natural disasters. Natural disasters that have occurred around the world over the past 20 years have killed 1.3 million people and caused over \$ 2.9 trillion in property damage, according to a report by the United Nations Office for Disaster Reduction (UNISDR). Research in recent years has shown that as a result of earthquakes, people mainly die due to errors by geologists, builders, manufacturers of building materials and other errors made by designers, managers and other participants in urban planning.

The reliability and objectivity of geological information, and the study of hazardous geological phenomena can be considered the main link in protecting the population from natural disasters. The application of artificial intelligence (AI) in construction is increasingly in demand throughout the construction industry, from planning to construction, including geological surveys and geological risk assessment.

Key words: hazardous geological phenomena, geological information, engineering and geological research.

Սարաֆյան Կարապետ Մեսրոպի – դասախոս (ՀՀ ՆԳՆ ԾԿՊԱ)

Дата представления: 12.10.2023

Дата рецензии: 19.10.2023