

ІНЖЕНЕРНА ГЕОЛОГІЯ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЯ

УДК 624. 131

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.1(34).169718

Козлова Т. В.¹, канд. геол.-мин. наук, доцент**Черкез Е. А.¹**, доктор геол.-мин. наук, профессор**Пронин К. К.²**, заведующий подземным геологическим музеем

«Одесские катакомбы»

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

¹кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,²кафедра общей и морской геологии,

Шампанский пер, 2, Одесса, 65058, Украина

ktv_onu@yahoo.com

МИКРОБЛОКОВОЕ СТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КАК ФАКТОР ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Геологические риски являются специфическими рисками при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, оказывающие значительное влияние на принятие решений по строительству, реконструкции, разработке схем защиты, обоснованию инвестиций. В статье на основе применения инженерно-геодинамического анализа, включающего историко-геологические, структурно-тектонические, геоморфологические, гидрогеологические характеристики геологической среды территории инфекционной больницы г. Одессы и инструментальных измерений деформаций и перемещений конструктивных элементов технологического туннеля, накопленных за 40-летний период эксплуатации, выделены участки потенциального геологического риска. Показано, что иерархически-блоковое строение территории, для которой характерен непрерывный и дифференцированный характер перемещения геоблоков разного порядка, в том числе и соизмеримых с линейными размерами зданий и сооружений, является одним из ключевых факторов геологических рисков.

Ключевые слова: микроблоковая структура геологической среды, инженерная геодинамика, геологический риск.

ВВЕДЕНИЕ

Геологическая среда городов как динамическая подсистема включает в себя множество взаимосвязанных элементов, таких как почвы, горные породы, подземные воды и др. В их взаимодействии проявляется широкий спектр инженерно-геологических (инженерно-геодинамических) процессов, оказывающих определяющее влияние на принятие решений по строительству, реконструкции, разработке схем защиты, обоснованию инвестиций и т. д.

В этих условиях одной из главных задач территориального развития города становится оценка геологического риска, направленная на обеспечение безопасности проектируемых и эксплуатируемых зданий и сооружений. Под геологическими рисками мы вслед за [12, 23, 27, 30 и др.] понимаем вероятность активизации и проявления природных или техногенных геологических процессов на определенной территории или вероятностная мера геологической опасности, установленная для определенного объекта в виде возможных потерь за определенное время.

Процесс оценки геологического риска при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений – это масштабное и комплексное исследование, главная задача которого определить основные факторы, приводящие к аварийной ситуации с геологической точки зрения, а также выявить вероятность того, что эти факторы активизируются под влиянием каких-либо природных или техногенных событий.

Результаты исследований последних десятилетий [1, 2, 3, 5, 7-9, 11, 13, 16-18, 20, 25-26, 28, 29 и др.] показывают, что существенную роль в деформациях зданий и сооружений, формировании и динамике оползневых процессов, особенностях режима подземных вод играет неоднородность геологической среды, выраженная в ее иерархически-блоковой, в том числе микроблоковой структуре. Последняя, предопределяет высокую чувствительность блоков к нарушению их равновесия за счет любого, даже самого, казалось бы, незначительного влияния внешних факторов – техногенных [16 и др.], космических [4, 6, 7, 11, 19-21, 24 и др.] и др. А это может приводить к избирательному разрушению зданий, сооружений и коммуникаций.

Главными элементами иерархически-блоковой структуры являются межблоковые зоны – зоны наибольшего инженерно-геодинамического риска. Именно с такими зонами могут быть связаны деформации зданий и сооружений. Важно подчеркнуть, что система геоблоков и зон повышенной проницаемости не является инертной. Известен ряд достоверных признаков современной подвижности геоблоков и изменчивости свойств вещества в зонах повышенной проницаемости [7, 8, 11, 19-21, 25, 26 и др.].

Опыт применения геодинамического анализа [1, 2, 17, 18], как комплекса геоисторических, структурно-тектонических и инструментальных исследований, показывает его эффективность в изучении инженерно-геодинамических условий территорий, оказывающих значительное влияние на безаварийное функционирование зданий и сооружений.

Одним из самых старых зданий г. Одессы и памятником архитектуры национального значения является здание инфекционной больницы, расположенное в начале улицы Пастера. Двухэтажное здание больницы, выполненное в стиле классицизма, построил в 1804-1807 годах французский архитектор-эмигрант на русской службе Жан Тома де Томон. В 1821-м к этому зданию пристроили два полукруглых полуциркульных крыла, спроектированные Джованни (Иваном) Фраполли, братом знаменитого одесского зодчего Франца Фраполли.

К территории инфекционной больницы с востока (рис. 1) примыкает оползневой склон, который сформирован обвалами блоков известняка и оползнями выдавливания с неглубокой деформацией меотических глин. По историческим и литературным данным [14, 15] в декабре 1886 года в ограде и зданиях городской больницы появились широкие трещины и часть территории прибрежной части плато сместилась вниз на 3,0 – 3,5 м. В результате оползня на склоне на отметках нижней части пласта известняка сформировались выходы источников подземных вод. В районе ул. Приморской и спуска Маринеску оползни происходили в 1870, 1886, 1892, 1956 гг. В процессе изысканий, проводившихся на оползневом склоне в районе инфекционной больницы в разные годы, было установлено, что поверхности оползневых смещений формировались в толще меотических отложений на двух гипсометрических уровнях +11,0 м и +6,0 м, где встречаются прослой и линзы водонасыщенных и пластичных супесей.

Для предотвращения оползневых процессов в 1890 – 1891 гг на участке между спусками Херсонским и Маринеску (бывший Нарышкинский) была оборудована дренажная штольня протяженностью 57,6 м.

Современными наблюдениями установлено, что, несмотря на выполненные противооползневые мероприятия, склон в районе инфекционной больницы на протяжении многих десятилетий продолжает испытывать оползневые деформации. Об этом свидетельствуют следующие факты: вывод из эксплуатации дренажной системы (участок штольни на расстоянии 7,5 м от входа имеет обратный уклон и до самой кровли затоплен водой), трещины в стенах зданий давней постройки, а также трещины, разделяющие пласт известняка на отдельные блоки. Некоторые из них размером 2 – 3 м запрокинуты на угол 5 – 10 градусов в сторону плато

Нами предпринята попытка оценить инженерно-геодинамические условия территории Одесской городской инфекционной больницы, расположенной в исторической части г. Одессы, на основании параметров, потенциально способных выявить зоны наибольшего инженерно-геологического риска, связанные с межблоковыми зонами.

Как известно, различные виды цифровой обработки рельефа какой-либо поверхности направлены на выявление «скрытых» структурно-тектонических элементов. На основе этих количественных данных современные методы цифрового картографического моделирования позволяют выявить трехмерную сеть структурно-тектонических неоднородностей (линеamentные градиентные зоны различной природы), что принципиально важно для корректной инженерно-геологической, эколого-геологической и геодинамической оценки состояния геосреды.

Целью настоящей статьи является инженерно-геодинамическая оценка территории Одесской инфекционной больницы и выявление участков потенциального геологического риска. В данной работе мы также намерены обосновать тезис о том, что геодинамический фактор является одним из ключевых факторов геологических рисков при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения основных структурно-тектонических особенностей Послесарматского яруса на территории инфекционной больницы использовались данные инженерно-геологических изысканий, выполненные в разные годы проектно-изыскательскими организациями (институтами «Одессакоммунпроект» и «Фундаментпроект», КП «Проходчик», Центром инженерно-проектных изысканий»). Данные бурения (стратиграфическая принадлежность, литология, абсолютные отметки слоев, уровни подземных вод) по 83 скважинам (рис 1), вскрывшими красно-бурые глины, понтические и меотические отложения, подземные воды легли в основу электронной базы данных, предназначенной для цифрового картографического моделирования и построения рельефа поверхностей, его производных и мощностей слоев.

Все карты строились с использованием общепринятых методик, реализованных в программном пакете Golden Software Surfer.

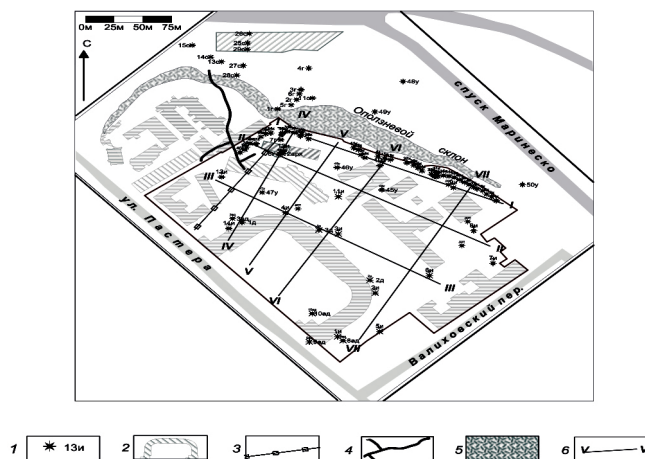


Рис. 1. Карта фактического материала

1 – буровые скважины; 2 – существующие строения; 3 – технологический туннель постройки 1970 г; 4 – штольня постройки 1892 г; 5 – оползневой склон; 6 – линии геологических разрезов.

Как известно, в соответствии с идеологией этого пакета, в основе цифровой обработки рельефа поверхностей лежит создание по исходным данным базового сеточного интерполяционного файла с заданным шагом между узлами прямоугольной сетки. Затем при любом виде цифрового моделирования выполняется то или иное математическое преобразование чисел, характеризующих узлы интерполяционной сетки (элементарные площадки); результаты записываются в новый (дочерний) сеточный файл, аналогичный по структуре исходному. По данным дочернего файла строится карта изолиний.

На основе построенных цифровых моделей рельефа вычислялись морфометрические параметры, которые потенциально способны выявить градиентные зоны, т.е. зоны, в пределах которых наблюдается аномально быстрое изменение отметок рельефа в том или ином направлении. Известно, что такие зоны, являются признаком дифференцированных движений геоблоков различного масштаба, вплоть до самых мелких с характерным размером в первые десятки метров [1-3, 7-9, 11, 16-18, 20-22 и др.]. В этой связи были построены карты градиентов рельефа кровли понтических известняков и меотических глин. Во всех случаях интерполяция выполнялась крайгинг-методом.

Параметр, характеризующий градиенты (крутизну) рельефа в данной точке вычислялся следующим образом. Для каждого узла базовой интерполяционной сетки вначале определяется азимут так называемого градиентного направления, т.е. направления максимального наклона элементарной площадки в данном узле сетки. Затем вычисляется угол (в градусах) наклона площадки в этом градиентном направлении. По существу параметр характеризующий градиенты рельефа – это первая производная по пространству, вычисленная не в каком-то одном направлении, а в направлении максимального наклона элементарной площадки в данном узле сетки. Изолинии параметра «градиента рельефа» это линии одинаковых максимальных углов наклона исходной поверхности. Градиент рельефа равный нулю соответствует горизонтальной площадке, меньше нуля – уклонам вниз, больше нуля – уклонам вверх.

Инструментальными методами были выполнены измерения деформаций и перемещений конструктивных элементов технологического туннеля (рис. 1), накопленных за 40-летний период эксплуатации (1970-2011 гг.). Диаметр туннеля в вертикальном и горизонтальном направлениях измерен лазерным дальномером Leica Disto A3 с точностью $\pm 2,0$ мм по 199 кольцам тюбингов; нивелировка лотка туннеля выполнялась с шагом 5,0 м лазерным автоматическим тахеометром SOCIA с точностью $\pm 1,0$ мм. Изменения отметок лотка туннеля определялись по отношению к начальной точке у входа туннель.

Последующая обработка исходного ряда данных нивелирования сводилась к преобразованию его в эквидистантный ряд методом линейной интерполяции с шагом равным 0,75 м (использован программный пакет Matlab), что соответствует расстоянию между замерами деформаций колец тюбингов. После этого рассчитывались градиенты изменений высотных отметок (первая производная) между соседними точками нивелирования вдоль туннеля. Для выявления пространственной периодичности в изменениях градиентов и периодичности в изменениях вертикальных деформаций выполнялся спектрально-гармонический анализ (Фурье-преобразование), реализованный в программном пакете Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Геолого-геоморфологическая характеристика. С геоморфологической точки зрения, территория городской больницы расположена в пределах плато, абсолютные отметки которого плавно понижаются с южного угла участка по всем направлениям. В геологическом строении принимают участие породы меотического, понтического, плиоценового, четвертичного возраста. При этом лессовидные суглинки и красно-бурые глины встречаются скважинами только в южной, наиболее приподнятой части участка. На остальной территории, вероятно, вследствие эрозионных процессов и хозяйственной деятельности они отсутствуют. Техногенные отложения распространены в пределах всего участка и залегают преимущественно на понтических известняках за исключением южного участка, где они подстилаются лессовидными суглинками. Их мощность на большей части территории не превышает 1,0 – 2,0 м. Исключение составляет восточный участок, где их мощность достигает 7,0 м и зона резкого увеличения мощности техногенных грунтов вытянута в северо-западном направлении. Это позволяет предположить, что в период хозяйственного освоения этой территории в начале 19 столетия в восточной части участка существовал эрозионный врез (овраг), который был засыпан и спланирован. Дополнительным подтверждением этому служит отсутствие красно-бурых глин и лессовых грунтов на значительной части территории, которые могли быть удалены эрозионными процессами.

На размытой поверхности меотиса залегают понтические отложения, представленные преимущественно известняками. Для понтических известняков весьма характерна системная трещиноватость, плотность которой заметно изменяется от места к месту. Известняки разбиты трещинами различного направления. Они имеют различную ширину (от нескольких мм до 50 – 60 см), иногда заполнены обломками известняка или чаще красно-бурыми глинами. В количественном отношении преобладают трещины северо-западного направления, по которым преимущественно происходило формирование карста (в пределах участка расположена пещера П-129 «Пасхальная»). Трещины в известняках группируются в две основные системы – ортогональную и диагональную.

Нами построены картографические модели градиентов поверхности рельефа наиболее значимых, в контексте данной работы, геологических поверхностей (пластических песчано-глинистых отложений меотиса и «хрупких» понтических известняков), которые потенциально способны выявить структурно-тектонические, морфологические и неотектонические особенности геологической среды;

Анализ карты максимального абсолютного градиента рельефа кровли понтических известняков (рис. 2) показывает, что наибольшие величины этого параметра приурочены к прибровочной части плато, в пределах которой отмечается запрокидывание пласта известняка и по зонам вертикальных смещений

сформированы отдельные блоки с линейными размерами 10 – 20 м. В пределах остальной части территории относительно более высокие величины этого параметра формируют линеаменты, местоположение которых также указывает на наличие смещений и разрывов блоков пласта известняка.

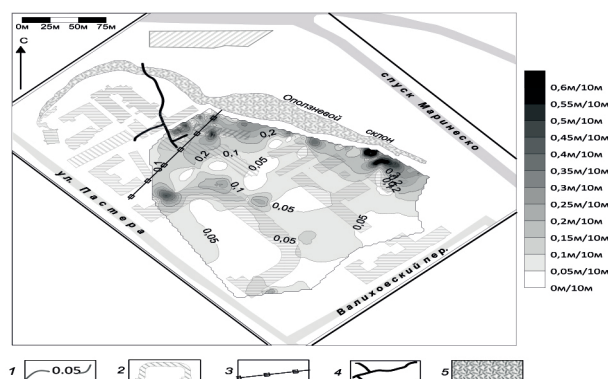


Рис. 2. Карта максимального абсолютного градиента рельефа кровли понтических известняков

1 – изолинии максимального абсолютного градиента рельефа кровли понтических известняков; 2 – существующие строения; 3 – технологический туннель постройки 1970 г; 4 – штольня постройки 1892 г; 5 – оползневой склон

Анализ рельефа мезотических отложений свидетельствует о том, что важным элементом геологического строения исследуемой территории следует считать достаточно выраженный крупно-складчатый характер поверхности мезотических глин (абсолютные отметки изменяются от 19,2 м до 21,6 м). Известно, что складчатый рельеф поверхности глин обусловлен их пластическими деформациями, проявляющимися при дифференцированных блоковых движениях, а также в период подготовки оползней [10]. Вместе с тем, есть основания считать, что пространственная структура рельефа кровли мезотических отложений, – направление и шаг линейно вытянутых участков поднятий и понижений, – подчинена структурным особенностям массива пород. Обращает на себя внимание и тот факт, что максимальные величины градиентов выявлены вблизи прибрежной части плато и в районе аварийного полуциркульного здания (рис. 3).

Таким образом, анализ градиентных карт (рис. 2, 3) свидетельствует о том, что на территории инфекционной больницы участки повышенных градиентов рельефа действительно существуют; их можно объединить в линейно вытянутые зоны, ориентированные в ортогональном и диагональном направлениях. Характерный «шаг» между градиентными зонами составляет от 50 до 100 м.

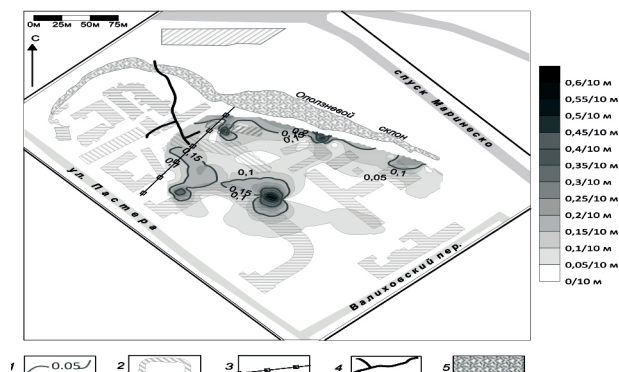


Рис. 3. Карта максимального абсолютного градиента рельефа поверхности меотических отложений

1 – изолинии максимального абсолютного градиента рельефа кровли меотических отложений; 2 – существующие строения; 3 – технологический туннель постройки 1970 г; 4 – штольня постройки 1892 г; 5 – оползневой склон

Гидрогеологические условия. Первый от поверхности водоносный горизонт на территории городской инфекционной больницы приурочен к подошве понтических известняков. Водоупором служат меотические глины, поверхность которых в целом наклонена в северо-западном направлении. Водовмещающими породами являются преимущественно известняки, для которых характерны резкие колебания водообильности, связанные с различной степенью их трещиноватости и кавернозности. В связи с почти полным отсутствием в пределах исследуемой территории красно-бурых глин, которые являются водоупором грунтовых вод, питание понтического водоносного горизонта осуществляется преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникаций.

Абсолютные отметки уровня подземных вод в пределах участка исследования изменяются от +22,4 м в центральной части территории до 19,0 – 20,0 м в северо-западной части.

Структура потока имеет форму купола и носит радиальный характер растекания. Это указывает на то, что основная часть его ресурсов формируется на месте – в пределах территории горбольницы. В центральной части территории мощность понтического водоносного горизонта составляет 1,0 – 2,0 м (рис. 4). Наиболее существенное уменьшение мощности потока наблюдается в северо-западном направлении, где в области его разгрузки расположена дренажная штольня, построенная в 1892 году.

Картографическое моделирование на основе данных геологического бурения позволило установить местоположение и характерные простирания зон возможной современной тектонической активизации.

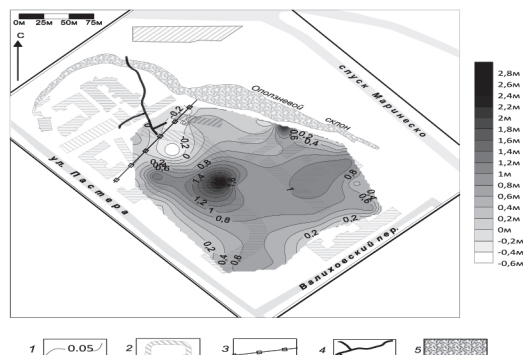


Рис. 4. Карта мощности пантического водоносного горизонта

1 – изолинии мощности пантического водоносного горизонта; 2 – существующие строения; 3 – технологический туннель постройки 1970 г; 4 – штольня постройки 1892 г; 5 – оползневой склон

Второй этап исследований предусматривал ответ на вопрос, какие из этих зон и участков потенциального риска действительно активизируются в настоящее время. Ответ на этот вопрос получен по результатам анализа данных инструментальных наблюдений за деформациями и перемещениями конструктивных элементов технологического туннеля

Инструментальные измерения в технологическом туннеле постройки 1970 года. Как было показано в ряде работ [3, 16, 22], в качестве инструмента для выявления и изучения высокочастотной тектонической разблоченности целесообразно использовать линейные сооружения относительно большой протяженности, по которым осуществляются инструментальные наблюдения. На территории городской инфекционной больницы таким инструментом может служить технологический туннель, построенный в 1970 году.

Устье входа в туннель находится на территории очистных сооружений больницы, в нижней части уступа плато. Заложен туннель в известняке, в прошлое так называемого пильного известняка. Отметка дна туннеля, на входе, составляет 22,0 м, отметка поверхности плато над входом – 33,6 м.

Учитывая, что по трассе туннеля абсолютные отметки кровли меотических глин находятся в диапазоне 19,5 – 20,5 м он пройден на 1,5 – 2,0 м выше кровли меотических глин. Туннель является гибким, субгоризонтальным сооружением, которое чутко отражает характер деформаций, происходящих в массиве пород. В целом, туннель представляет собой типовое подземное сооружение аналогичное дренажным штольням, расположенным в городе, по побережью. Длина туннеля от входа в обрыве до ствола – 150 м. Сечение туннеля круглое, диаметр в свету 2,2 м. Облицовка сделана из стандартных железобетонных тюбингов, шириной 75 см, уложенных в кольцо (по 4 тюбинга). Сочленения всех тюбингов находятся на вертикальной и горизонтальной осях (то есть в кровле,

на дне и по центрам боковых стенок). В период строительства по технологическим условиям производства работ диаметр туннеля по внутреннему сечению составлял 2,2 м.

Характер распределения величин вертикальных деформаций вдоль туннеля показан на рис. 5. Полученные данные характеризуют накопленные деформации по каждому кольцу тубингов за последние 40 лет.

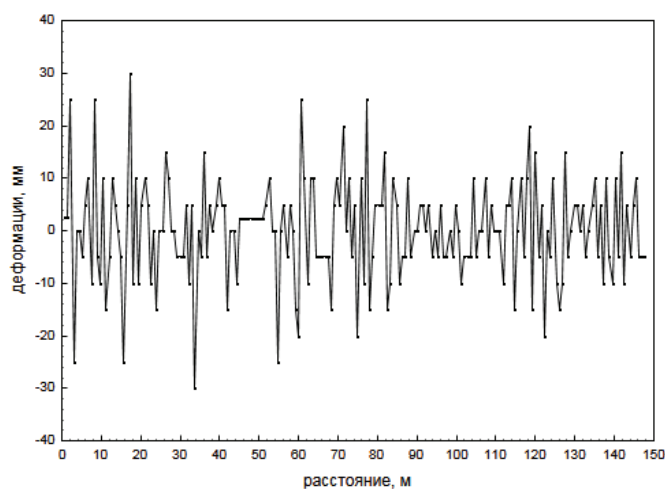


Рис. 5. Деформации туннеля в вертикальном сечении

В рельефе лотка туннеля достаточно четко выражены его изменения, которые связаны с наклонами и подъемами его отдельных участков. Эти данные преобразованы в трехмерную модель туннеля, которая приведена на рис. 6.

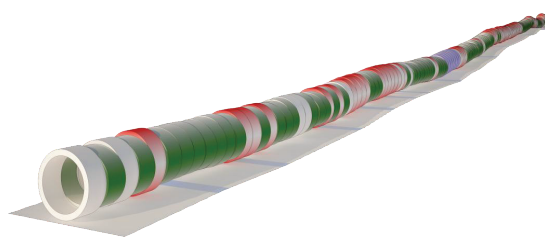


Рис. 6. Трехмерная модель туннеля (оттенками цвета показаны различия вертикального и горизонтального диаметров колец тубингов)

Для выявления пространственной периодичности в изменениях градиентов и периодичности в изменениях вертикальных деформаций выполнялся спектрально-гармонический анализ (Фурье-преобразование).

Из результатов сравнения периодограмм (рис. 7) видно, что в деформациях колец тубингов и градиентах изменений отметок лотка туннеля выявляются совпадения на двух пространственных периодах: 1) 22,7 – 24,0 м; 2) 30,3- 31,8 м.

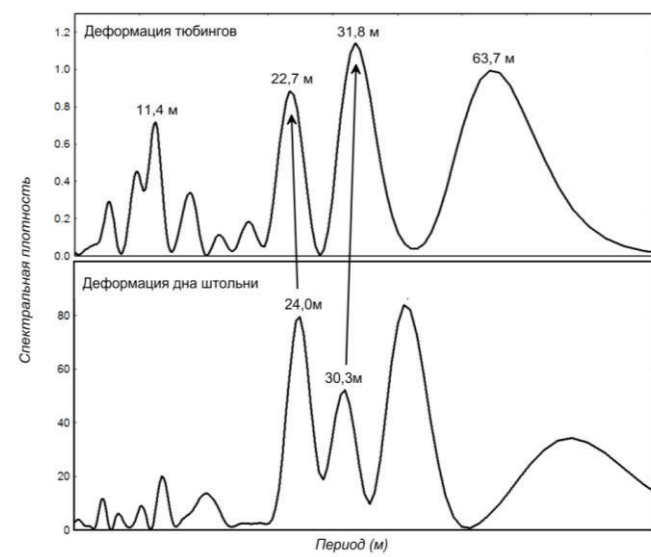


Рис. 7. Сравнение периодограмм вертикальных деформаций колец тубингов и градиентов изменений высотных отметок лотка туннеля

Этот факт свидетельствует о том, что деформации тубингов подчиняются деформациям массива пород и происходят согласованно. Именно поэтому деформации туннеля носят ярко выраженный дискретный характер. В этой связи важно подчеркнуть, что аналогичный дискретный характер деформаций выявлен в дренажной штольне, построенной в 1890 г. (рис 1) и в радиальных деформациях дренажной галереи и штолен противооползневого комплекса Одесского побережья [3, 22].

В 1891 году, как отмечено в работе И. Ф. Синцова [15], в облицовке штольни появились трещины, а в результате оползня, который произошел в начале 1892 года на смежном участке (южный участок территории больницы), дебит штольни существенно снизился и к 1897 году сброс дренажных вод прекратился. В контексте данной работы важным является следующее обстоятельство «На разрьзъ этой штольни (рис. 8 - вставка авт.) хорошо видно, что пройденные ею породы надломлены вертикальными трещинами и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ изогнуты зигзагообразно. Въ разстояніи 9,55 саж. (20,28 м – прим. авт.). Отъ начала штольни всѣ слои сдвинуты на 15 вершковъ (0,67 м – прим. авт.), многія породы сильно искажены, а синій глей совсѣмъ потерял слоистость и перешелъ въ пластичное состояніе. Только нѣкоторые ключи родниковой воды

стекаютъ въ дренажную канаву, а остальные уклоняются отъ нея (по сдвигу) въ ту или другую сторону» [15 с. 198-199].

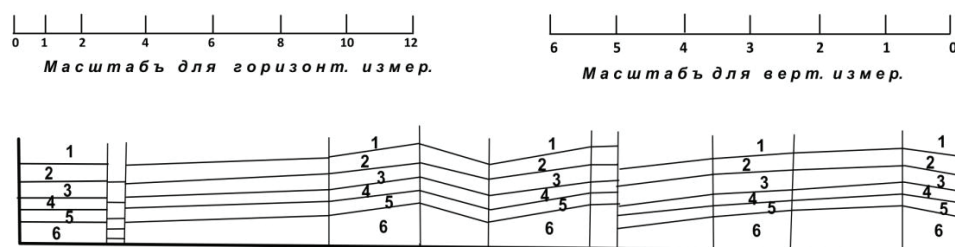


Рис. 8. Разрез штольни 1890 г.

(Копия с чертежа 3, приложенного к книге И. Ф. Синцова [15]. Единицы измерений на масштабной линейке приведены в сажнях (1 саж. – 2,1336 м)

Таким образом, рис. 8 показывает, что не только на оползневом склоне, но и на участке штольни, пройденной в коренных породах, выявлены зоны смещений и разрывов с шагом 6-12 м.

Для примера на рис. 9 приведены тектонические нарушения вдоль геологического разреза IV-IV (рис. 1), выделенные по геологическим параметрам и инструментальным данным.

Важно подчеркнуть, что параметры многих линеаментов (азимуты простирания, расстояние между линеаментами одного направления) рельефа поверхности мезотических отложений и линеаментов, выявленных по пространственной структуре рельефа кровли пласта известняка, а также деформациям, зафиксированным в технологическом туннеле хорошо согласуются друг с другом. Однако, как видно из рис. 9 тектонические нарушения, выявленные по деформациям туннеля отличаются заметно меньшим характерным «шагом» между градиентными зонами. В этом случае выявляются «блоки» и «зоны» с шагом 20-30 м. Можно предположить, что это связано с большей, чем в случае геологических поверхностей, разрешающей способностью данных инструментальных измерений.

На основе геодинамического анализа всех картографических моделей составлена карта градиентных зон и участков повышенного геологического риска (рис. 10).

Анализ приведенных результатов картографического моделирования дает основания для вывода о том, что значительная часть наблюдаемых градиентных линеаментов находится под непосредственным контролем системы различно ориентированных дизъюнктивов, которые формируют структурно-тектонический план территории городской инфекционной больницы.

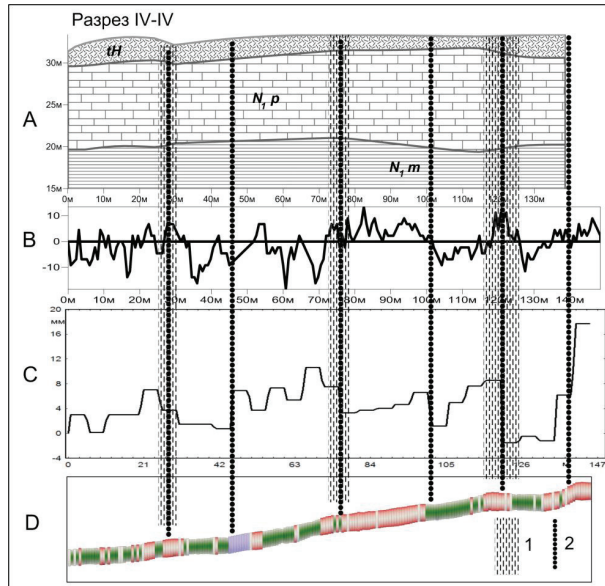


Рис. 9. Тектонические нарушения, выделенные по результатам картографического моделирования и инструментальным измерениям

А – геологический разрез IV-IV (вдоль туннеля); В – график деформаций колец тубингов вдоль туннеля; С – график градиентов изменений высотных отметок лотка туннеля; Д – трехмерная модель туннеля. 1 – тектонические нарушения, выделенные по результатам картографического моделирования рельефа поверхности понтических и меотических отложений; 2 – тектонические нарушения, выделенные по результатам инструментальных измерений в туннеле

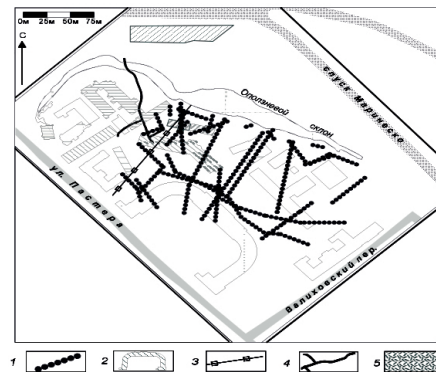


Рис. 10. Градиентные зоны и участки повышенного геологического риска на территории городской инфекционной больницы

1 – градиентные зоны и участки повышенного геологического риска; 2 – существующие строения; 3 – технологический туннель постройки 1970 г; 4 – штольня постройки 1892 г; 5 – оползневой склон

ВЫВОДЫ

1. Дизъюнктивные нарушения, формирующие иерархически-блоковую структуру геологической среды территории Одесской инфекционной городской больницы представляют зоны повышенного геологического риска.

2. Для зон повышенного геологического риска типичны экстремальные градиенты скоростей и деформаций, обусловленные дифференцированным характером блоковых движений, именно такие зоны могут приводить к избирательному разрушению зданий, сооружений, коммуникаций и служить предпосылкой к снижению устойчивости склонов.

3. Территория городской инфекционной больницы и прилегающий к ней оползневой склон является социально важным, геологически сложным и геодинамически «живым» природным объектом. Поэтому в ближайшее время крайне необходима организация на данной территории дополнительных инженерно-геологических изысканий и комплексного мониторинга геологической среды, в частности создание опорных участков геодезических наблюдений на локальных объектах в соответствии с картой градиентных зон и участков повышенного геологического риска.

4. Предложенный методический комплекс может успешно применяться на урбанизированных территориях для выявления участков потенциального геологического риска, связанных с межблоковыми зонами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воскобойников В. М.* Применение геодинамического анализа и метода обобщенных переменных для оценки и прогноза устойчивости оползневых склонов (на примере Северного Причерноморья) [Текст] / В. М. Воскобойников, Т. В. Козлова // *Инженерная геология*. – 1992. – № 6. – С. 34–49.
2. *Инженерно-геодинамическая типизация оползнеопасной территории участка правобережья М. Аджалыкского лимана* [Текст] / Е. А. Черкез, В. И. Шмуратко, Т. В. Козлова, Е. Э. Чуйко // *Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки*. – 2014. – Т. 19. – Вип. 3 (22). – С. 244–258.
3. *Инженерные сооружения как инструмент изучения тектонической дискретности и активности геологической среды* [Текст] / И. П. Зелинский, Т. В. Козлова, Е. А. Черкез, В. И. Шмуратко // *Механика грунтов и фундаментостроение: труды 3 Украинской научно-технич. конфер. по механике грунтов и фундаментостроению, 17–19 сент. 1997. Одесса, 1997*. – Т. 1. – С. 53–56.
4. *Козлова Т. В.* Влияние астрономических факторов на ритмичность оползневого процесса [Текст] / Т. В. Козлова // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. Київ 2003. – №5. – С. 17–22.
5. *Козлова Т. В.* Влияние высокочастотного волнового тектогенеза на развитие оползневых процессов [Текст] / Т. В. Козлова // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. Київ. – 2001. – №5–6. – С. 20–27.
6. *Козлова Т. В.* Зв'язок хвильового високочастотного тектогенезу з астрономічними факторами [Текст] / Т. В. Козлова // *Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки*. – 2002. – Т. 7. – Вип. 4. – С. 108–113.
7. *Козлова Т. В.* Инженерно-геодинамические условия оползневого склона территории Приморского бульвара в Одессе [Текст] / Т. В. Козлова, Е. А. Черкез, В. И. Шмуратко // *Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки*. – 2013. – Том 18. – Вип. 1 (17). – С. 58–70.
8. *Козлова Т. В.* Особенности развития осадки фундамента офисно-жилого комплекса в г. Одессе [Текст] / Т. В. Козлова, Е. А. Черкез // *Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України*. – Вип. 83: В 2-х кн.: Книга 2. – Київ, ДП НДІБК, 2016. – С. 182–190.
9. *Микроблоковое строение геосреды и деформационные процессы в береговой зоне (на примере Припортового участка г. Одессы)* [Текст] / Б. В. Будкин, Е. А. Черкез, Т. В. Козлова, В. И. Шмуратко // *Вісник Укр. буд. екон. та наук.-техн. знань*. – 1998. – №2. – С. 25–27.

10. Оползни северо-западного побережья Черного моря: их изучение и прогноз [Текст] / И. П. Зелинский, Б. А. Корженевский, Е. А. Черкез ; [и др.] ; отв. ред.: И. П. Зелинский. – Киев : Наукова думка, 1993. – 227 с.
11. О причине продолжающихся деформаций здания Одесского театра оперы и балета [Текст] / В. И. Шмуратко, Е. А. Черкез, Т. В. Козлова [и др.] // Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки – 2013. – Том 18. - Вип. 1 (17). – С. 58-70.
12. Осипов В. И. Управление природными рисками [Текст] / В. И. Осипов // Вестник Российской Академии наук – 2002. - Том 72. - № 8. - С. 678-686.
13. Подвижность геологической среды и проблема сохранения здания Одесского академического театра оперы и балета [Текст] / И. П. Зелинский, Т. В. Козлова, Е. А. Черкез [и др.] // Труды 3-ей Украинской научно-технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению «Механика грунтов и фундаментостроение». – Одесса, 1997. – Т. 2. – С. 355–356.
14. Синцов И. Ф. Гидрогеологическое описание Одесского градоначальства [Текст] / И. Ф. Синцов // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Одесса, 1894. – Т. XVIII. – Вып. II. – 209 с.
15. Синцов И. Ф. Об Одесских оползнях и о причинах их происхождения [Текст] / И. Ф. Синцов // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – Одесса, 1898. - Т. XXII. – Вып. I. — С. 187-241.
16. Черкез Е. А. Инженерная геодинамика оползневых склонов Одесского побережья после осуществления противооползневых мероприятий [Текст] / Е. А. Черкез, Т. В. Козлова, В. И. Шмуратко // Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки. – 2013. – Том 18. - Вип. 1 (17). – С. 15-25.
17. Черкез Е. А. Инженерно-геологические условия территории Приморского бульвара в Одессе в период строительства Потемкинской лестницы (по данным изысканий 1840-х годов) [Текст] / Е. А. Черкез, Т. В. Козлова, В. И. Шмуратко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – Київ, 2008. – № 2. – С. 11–18.
18. Черкез Є. А. Кінематичні особливості геодформаційних процесів території порту Южний [Текст] / Є. А. Черкез, О. Е. Чуйко, В. Ф. Орлов // Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки. – 2006. - Т.11. - Вип. 3. С. 240-250.
19. Черкез Е. А. Ротационная динамика и уровень четвертичного водоносного горизонта на территории Одессы [Текст] / Е. А. Черкез, В. И. Шмуратко // Вісник ОНУ. Географ. і геол. науки, 2012. - Т.17. - Вип.2 (15). - С. 122-140.
20. Шмуратко В. И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез [Текст] / В. И. Шмуратко. - Одесса : Астропринт, 2001. - 332 с.
21. Шмуратко В. И. Цикличность межгодовых вариаций уровня грунтовых вод и проблема долгосрочного прогноза подтопления территории Одессы [Текст] / В. И. Шмуратко // Доповіді НАН України, 2003. - № 3. - С. 119-124.
22. Cherkez, E. A. Spatial discreteness of geoloical environment and of underground drainage constructions in Odessa, Ukraine [Текст] / E. A. Cherkez, T. V. Kozlova, V. I. Shmouratko // Environmental and Safety Concerns in Underground Construction. Hi-Keunlee et al (ed). Proc. 1st Asian Rock Mechanics Symp., Seoul, Korea, 13-15 Oct. – 1997. - P. 233-238.
23. Cruz, A. M. Methodology for preliminary assessment of Natech risk in urban areas [Текст] / A. M. Cruz, N. Okada // Natural Hazards, 2008. - Vol. 46. - Issue 2. – P. 199-220
24. Earth rotation and geodynamics [Текст] / J. Bogusz, A. Brzezinski, W. Kosek [and all] // Polish Academy of Sciences. Geodesy and cartography, 2015. - No 2. - P. 201–242.
25. Kozlova T. V. High-frequency Tectogenesis and Forecasting of Engineering-Geological Processes [Текст] / T. V. Kozlova, V. I. Shmouratko // Proc. of the Second International Conference on Environmental Management (ICEM2), 10-13 February, 1998, Wollongong, Australia. Edd. M. Sivakumar and R. N. Chowdhury, Elsevier, 1998. - Vol. 2. - P. 883-890.
26. Kozlova T. V. The wave nature of spatial-temporal changeability of deformation properties of soil and rock masses [Текст] / T. V. Kozlova // 8-th International IAEG Congress, Vancouver, BC, 21-25 September 1998, Rotterdam: Balkema, 2000. - P. 4381-4387.
27. Methodology of natural risk assessment in Russia [Текст] / V. I. Osipov, V. I. Larionov, V. N. Burova, N. I. Frolova, S. P. Sushchev // Natural Hazards, 2017. - Volume 88. – P. 17-41.
28. Monitoring of the movements of a deep, slow, clayey landslide and 3D interpretation [Текст] / R Vassalo, R. Pagliuca, Di Mato Caterina // EnviInternational. Conference Padua, Italy – 8-10 October 2013, Italian Journal of Engineering Geology and EnviInternational, 2013. - P. 371-379.
29. Manual and Automatic Extraction of Lineaments From Multispectral Image in Part of Al-Rawdah, Shabwah, Yemen by Using Remote Sensing and GIS Technology [Текст] / M. S Alshayef, A. M. Mohammed, A. Javed,

- M. A. Albaroot // International Journal of New Technology and Research (IJNTR) ISSN: 2454-4116, 2017. – Volume 3. - Issue 2. – P. 67-73.
30. Ragozin A. L. Basic principles of natural hazard risk assessment and management [Текст] / A. I. Ragozin // Proc. Seventh International IAEG Congress, Lisboa, Portugal 5-9 September 1994, Rotterdam: Balkema, 1994. – Vol. III - P. 1277-1286.

REFERENCES

1. Voskoboinikov, V. M., Kozlova, T. V. (1992), Primenenie geodinamicheskogo analiza i metoda obobshchennykh peremennykh dlya otsenki i prognoza ustoychivosti opolznevykh sklonov (na primere Severnogo Prichernomor'ya [Use of the geodynamic analysis and method of the generalized variables for estimating and predicting the stability of landslide slopes (by the example of the Northern Black Sea region)], *Engineering geology*, No. 6, pp. 34-49.
2. Cherkez, E. A., Shmouratko, V. I., Kozlova, T. V., Tchujko, E. E. (2014), Y'nzhenerno-geody'namy' cheskaya ty'py'zacy'ya opolzneopasnoj terry'tory'y' uchastka pravoberezh'ya M. Adzhaliyskogo ly'mana [Engineering geodynamic typification of a territory prone to dangerous landslides on the right bank of the Maly Ajalyk liman], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 19, Prod. 3 (22), pp. 244-258.
3. Zelinskiy, I. P., Kozlova, T. V., Cherkez, E. A., Shmouratko, V. I. (1997), Inzhenernye sooruzheniya kak instrument izucheniya tektonicheskoy diskretnosti i aktivnosti geologicheskoy sredy [Engineering constructions as a research tool of tectonic step-type behaviour and activity of the geological environment], *Proceedings of the 3rd Ukrainian conference on soil mechanics and construction of foundations (Ukraine, Odessa, 17-19 September, 1997)*, Odessa, vol. 1, pp. 53-57.
4. Kozlova, T. V. (2003), Vly'yany'e astronomy'chesky'x faktorov na ry'tmy'chnost' opolznevoogo processa [The influence of astronomic factors on the rhythm of landslide processes], *Ecology Environment and Security zhyttyediyal'n.*, No.5, pp. 17-22.
5. Kozlova, T. V. (2001), Vliyanie vysokochastotnogo volnovogo tektogeneza na razvitie opolznevykh protsessov [The impact of high-frequency wave tectogenesis on the development of the landslides processes], *Ecology Environment and Security zhyttyediyal'n.*, No.5, pp. 20-27.
6. Kozlova, T. V. (2002), Zv'yazok xvy'l'ovogo vy'sokochastotnogo tektogenezu z astronomichny'my' faktoramy [Relationship between the high-frequency wave tectogenesis and the astronomic factors], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 7, Prod. 4, pp. 108-113.
7. Kozlova, T. V., Cherkez, E. A., Shmouratko, V. I. (2013), Inzhenerno-geodinamicheskie usloviya opolznevoogo sklona territorii Primorskogo bulvara v Odesse [Engineering-geodynamic conditions of the landslide slope of the Primorsky boulevard territory in Odessa], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 18, Prod. 1, pp. 58-70.
8. Kozlova, T. V., Cherkez, E. A. (2016), Osobennosti' razvy'ty'ya osadky' fundamenta ofy'sno-zhy'logo kompleksa v g. Odesse [Features of the development of foundation settlement of the office and residential complex in the city of Odessa] *Building constructions: interdepartmental scientific and technical collection of scientific works*. DP NDIBK. Kyiv, vol. 83, No 2, pp. 182-190.
9. Budkin, B. V., Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (1998), Mikroblokovoe stroenie geosredy i deformatsionnye protsessy v beregovoy zone (na primere Priportovogo uchastka g. Odessa) [Geological micro-block structure and deformations in coastal zone (example of Odessa Port area)], *Bulletin of the Ukrainian House of Economic, Scientific and Technical Knowledge*, No 2, pp. 25-27.
10. Zelinskiy, I. P., Korzenevskiy, B. A., Cherkez, E. A., Shatohina, L. N., Ibragimzade, D. D., Socalo, N.S. (1993), Opolzni severo-zapadnogo poberezhya Chernogo morya: ikh izuchenie i prognoz [Landslides of north-western coast of the Black sea, their study and Prognosis], Kiev: Naukova dumka, 228 p.
11. Shmouratko, V. I., Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., et. al. (2013), O prichine prodolzhayushchikhsya deformatsiy zdaniya Odesskogo teatra opery i baleta [On the reason of continued deformations of the building of Odessa opera and ballet theatre], *Odessa National University herald, Geographical and geological sciences*, vol 18, pp. 38-57, ISSN 2303-9914.
12. Osipov, V. I. (2002), Upravlenie prirodnyimi riskami [Management of natural risks], *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, vol. 72. - № 8, pp. 678-686.
13. Zelinsky, I. P., Kozlova, T.V., Cherkez, E. A., Shmouratko V. I., Et. Al. (1997), " Podvizhnost geologicheskoy sredy i problema sokhraneniya zdaniya Odesskogo akademicheskogo teatra opery i baleta ["Dynamics of geological structure and problem of preservation of the Odessa Opera and Ballet Theatre"] *In: Soil mechanics and construction foundations. Proceedings of the 3rd Ukrainian conference on soil mechanics and construction of foundations (Ukraine, Odessa, 17-19 September, 1997)*, Odessa, vol. 2, pp. 355-356.

14. Sintsov, I. F. (1894), Hidrogeologicheskoe opisanie Odesskogo gradonachalstva, [Hydrogeological description of the Odessa gradonachalstvo], *Notes of Novorossiysk society of scientists*, vol. XVIII, No. II, pp. 1-209.
15. Sintsov, I. F. (1898), Ob Odesskikh opolznyakh i o prichinakh ikh proiskhozhdeniya [About the Odessa landslides and about the reasons of their origin], *Notes of Novorossiysk society of scientists*, vol. XXII, No I, pp. 187-241.
16. Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (2013), Inzhenernaya geodinamika opolznevykh sklonov Odesskogo poberezhya posle osushchestvleniya protivoopolznevykh meropriyatiy [Engineering geodynamics of landslide slopes of the Odessa sea coast after anti-landslide measures], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 18, Issue 1, pp. 15-25.
17. Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (2008), Inzhenerno-geologicheskie usloviya territorii Primorskogo bulvara v Odesse v period stroitelstva Potemkinskoy lestnitsy (po dannym izyskaniy 1840-kh godov) [Geological engineering characteristics of the Primorsky boulevard area in Odessa during construction of the Potyomkin stairs (based on the research of the 1840's historical data)], *Ecology Environment and Security zhyttyediyaln.*, No.2, pp. 10-23.
18. Cherkez, E. A., Tchujko, E. E.; Orlov, V. F. (2006), Kinematychni osoblyvosti heodeformatsiynykh protsesiv terytoriyi portu Yuzhnyy [Kinematics features of geodeformation processes of territory of port Youzhnyy], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 11, Prod. 3, pp. 240-250.
19. Cherkez, E. A., Shmouratko, V. I. (2012), Rotatsionnaya dinamika i uroven chetvertichnogo vodonosnogo gorizonta na territorii Odessy [Rotary dynamics and level of quaternary aquiferous horizon on territory of Odessa], *Odessa National University Herald. Series: Geography & Geology*, vol. 17, Issue 2 (15), pp. 122-140.
20. Shmouratko, V. I. (2001), Gravitatsionno-rezonansnyiy ekzotektogenez [Gravitational-resonans exotectogenesis], Odessa: Astroprint, 332 p. ISBN 966-549-576-3.
21. Shmouratko, V. I. (2003), Tsiklichnost mezhgodovykh variatsiy urovnya gruntovykh vod i problema dolgosrochnogo prognoza podtopleniya territorii Odessy [Recurrence of interannual variations of level of ground waters and problem of the long-term forecast of flooding of the territory of Odessa], *Reports of National Academy of Sciences of Ukraine*, No 3, pp. 119-124.
22. Cherkez, E. A., Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (1997), Spatial discreteness of geoloical environment and of underground drainage constructions in Odessa, Ukraine, *Environmental and Safety Concerns in Underground Construction: Proc. 1st Asian Rock Mechanics Symp., (Seul, Korea, 13-15 Oct. 1997)*, (eds. In Lee, Yang & Chung), Seul, pp. 233-238.
23. Cruz, A. M., Okada, N. (2008), Methodology for preliminary assessment of Natech risk in urban areas. *Natural Hazards*, vol. 46, issue 2, pp. 199-220.
24. Janusz, Bogusz, Aleksander, Brzezinski, Wieslaw, Kosek Et. Al. (2015), Earth rotation and geodynamics. *Polish Academy of Sciences/ Geodesy and cartography*, 64, No 2, pp. 201-242.
25. Kozlova, T. V., Shmouratko, V. I. (1998), High-frequency tectogenesis and forecasting of engineering-geological processes, *Proc. Of the Second International Conference on Environmental Management (ICEM2)*, (Wollongong, Australia, 10-13 February, 1998), (eds. M. Sivakumar & R. N. Chowdhury), Elsevier, vol. 2, pp. 883-890.
26. Kozlova, T. V. (2000), The wave nature of spatial-temporal changeability of deformation properties of soil and rock masses, *8-th International IAEG Congress, (Vancouver, BC, 21-25 September 1998)*, Rotterdam: Balkema, pp. 4381-4387.
27. Osipov, V. I., Larionov, V. I., Burova, V. N., Frolova, N. I., Sushchev, S. P. (2017), Methodology of natural risk assessment in Russia. *Natural Hazards*, vol. 88, pp. 17-41.
28. Vassalo, R., Pagliuca, R., Caterina, Di Mato. (2013), Monitoring of the movements of a deep, slow, clayey landslide and 3D interpretation. *Italian Journal of Engineering Geology and EnviInternational. Conference Padua, Italy – 8-10 October 2013*. pp. 371-379.
29. Alshayef, M. S., Mohammed, A. M., Javed, A., Albaroot, M. A. (2017), Manual and Automatic Extraction of Lineaments From Multispectral Image in Part of Al-Rawdah, Shabwah, Yemen by Using Remote Sensing and GIS Technology. *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)* ISSN: 2454-4116, Volume-3, Issue-2, pp. 67-73.
30. Ragozin A. L. (1994), Basic principles of natural hazard risk assessment and management. *Proc. Seventh International IAEG Congress, Lisboa, Portugal 5-9 September 1994*, Rotterdam: Balkema, vol. III, pp.1277-1286.

Надійшла 27. 04. 2019

Козлова Т. В.¹, канд. геол.-мін. наук, доцент

Черкез Є. А.¹, доктор геол.-мін. наук, професор

Пронін К. К.², завідувач підземним геологічним музеєм «Одеські катакомби»

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

¹кафедра інженерної геології і гідрогеології,

²кафедра загальної та морської геології,

Шампанський пер, 2, Одеса, 65058, Україна

ktv_onu@yahoo.com

МІКРОБЛОКОВА БУДОВА ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ФАКТОР ГЕОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Резюме

Геологічні ризики є специфічними ризиками при будівництві та експлуатації будівель і споруд, що роблять значний вплив на прийняття рішень по будівництву, реконструкції, розробки схем захисту, обґрунтування інвестицій. Результати досліджень останніх десятиліть показують, що суттєву роль в деформаціях будівель і споруд, формуванні і динаміці зсувних процесів, особливості режиму підземних вод відіграє неоднорідність геологічного середовища, виражена в її ієрархічно-блокової, у тому числі мікроблокової структурі. Метою статті є інженерно-геодинамічна оцінка території Одеської інфекційної лікарні та виявлення ділянок потенційного геологічного ризику. У даній роботі ми також маємо намір обґрунтувати тезу про те, що геодинамічний фактор є одним з ключових факторів геологічних ризиків при проектуванні і експлуатації будівель і споруд.

Для вивчення основних структурно-тектонічних особливостей території інфекційної лікарні використовувалися дані буріння (стратиграфічна приналежність, літологія, абсолютні позначки шарів, рівні підземних вод) по 83 свердловинам і інструментальні вимірювання деформацій і переміщень конструктивних елементів технологічного тунелю, накопичених за 40-річний період його експлуатації (1970-2011 рр.). В якості методу виявлення зон найбільшого геологічного ризику використано картографічне моделювання на основі виявлення градієнтних зон, тобто зон, в межах яких спостерігається аномально швидка зміна відміток рельєфу геологічних поверхонь, в тому чи іншому напрямку. Відомо, що такі зони, є ознакою диференційованих рухів геоблоків різного масштабу, аж до найдрібніших з характерним розміром в перші десятки метрів. Були побудовані карти градієнтів рельєфу покрівлі пластичних піщано-глинистих відкладень меотіс і «крихких» понтичних вапняків. Для виявлення просторової періодичності деформацій і переміщень конструктивних елементів технологічного тунелю виконувався спектрально-гармонійний аналіз (Фур'є-перетворення).

Статистичний і картографічний аналізи перерахованих масивів даних виконувалися за традиційними методиками, реалізованим в програмних пакетах Statistica, Matlab і Surfer.

На основі інженерно-геодинамічного аналізу (геоісторичних досліджень, геологічних даних та інструментальних вимірювань) виявлені диз'юнктивні порушення, що формують ієрархічно-блокову структуру геологічного середовища території Одеської інфекційної міської лікарні і є зонами підвищеного

інженерно-геодинамічного ризику. Показано, що в стратегії вивчення геологічних ризиків ключову роль має відігравати структурно-тектонічний фактор. Встановлені на території міської інфекційної лікарні закономірності характерні для всього Одеського регіону і показують, що істотну роль при інженерно-геологічній оцінці території міста грає мікроблокова структура геологічного середовища, головними елементами якої є міжблокові зони - зони найбільшого інженерно-геодинамічного ризику. Саме для таких зон типові екстремальні градієнти швидкостей і деформацій, обумовлені диференційованим характером блокових рухів, саме такі зони можуть призводити до виборчого руйнування будівель, споруд, комунікацій та служити передумовою до зниження стійкості схилів. Запропонований методичний комплекс може успішно застосовуватися на урбанізованих територіях для виявлення ділянок потенційного геологічного ризику, пов'язаних з міжблоковими зонами.

Ключеві слова: мікроблокова структура геологічного середовища, інженерна геодинаміка, геологічний ризик.

T. V. Kozlova¹

E. A. Cherkez¹

K. K. Pronin²

Odessa I. I. Mechnikov National University,

¹Department of Engineering Geology and Hydrogeology,

²Department of General and Marine Geology,

Shampanskiy per, 2, Odessa, 65058, Ukraine

ktv_onu@yahoo.com

MICRO-BLOCK STRUCTURE OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT AS A FACTOR OF THE GEOLOGICAL RISKS FOR URBAN TERRITORIES

Abstract

Problem Statement and Purpose. Geological risks are the specific risks at buildings construction and operation; those risks influence decision-making connected with building, reconstruction, development of protection schemes and pre-investment feasibility studies. The results of studies performed during recent decades have shown that significant role in buildings and constructions deformation, forming and dynamics of landslide processes and peculiarities of groundwater regime is played by inhomogeneity of geological environment expressed through its hierarchical and block (including micro-block) structure. The paper aims at engineering & geodynamical assessment of the territory of Odessa Infectious Diseases Hospital and identification of the sites of potential geological risk connected with inter-block zones. We also plan to justify statement that geodynamic factor is one of geological risk key factors during designing and operation of buildings and constructions.

Data & Methods. Data from geological drilling (stratigraphic affiliation, lithology, absolute layer elevations, отметки слоев, groundwater layers) of 83 boreholes and instrumental measurements of technological tunnel constructive elements' deformation and displacement collected during 40 years long operation period (1970-2011) have been used to study the main structural and tectonic features of the Infectious Diseases Hospital area. Cartographic modeling based on the gradient

zones found (i.e. the zones within which abnormally quick changing of geological surfaces elevation marks was revealed in this or that direction) has been used as the method to determine the highest geological risk zones. As is known, such zones are the indicators of differential movement of different scale geoblocks, including the smallest ones having typical size of dozens of meters. Maps of gradients of relief of the top of plastic sand and clay Meotain depositions and «fragile» pontic limestones have been built. To reveal spatial periodicity of deformation and displacement of the technological tunnel constructive elements spectrum and harmonic analysis (Fourier transform) has been done. Statistical and cartographic analysis of the above datasets was done according to traditional methodologies realized in the software Statistica, Matlab and Surfer.

Results. Based on engineering & geodynamical analysis (geo-historical studies, geological data and instrumental measurements) disjunctive dislocations forming hierarchical and block structure of geological environment of Odessa Infectious Diseases Hospital and being the zones of increased engineering & geodynamical risks were revealed. It is shown that key role in the strategy of geological risks studying should be played by structural & tectonic factor. The regularities identified at the territory of the city Infectious Diseases Hospital are typical of the entire Odessa region and show that significant role at engineering & geological assessment of the city area is played by micro-block structure of geological environment whose main elements are inter-block zones. Extreme gradients of speed and deformation caused by differentiated character of blocks movement are typical of such zones; the zones can lead to selective destruction of buildings, constructions and communications, and be a prerequisite to decrease of slopes stability. The methodological complex proposed can be used successfully in many urban regions for identification of the sites of potential geological risk connected with inter-block zones.

Keywords: micro-block structure of geological environment, engineering geodynamics, geological risk.