

УДК 55:502.6(477)

Ю. М. Вольфман,
Н. Н. Новик,
А. М. Останин

Тектонические предпосылки катастрофического развития природных и техноприродных геосистем

Отдел сейсмологии Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины,
г.Симферополь

Аннотация. В работе проанализированы причины (в том числе – тектонические), вызвавшие нарушение равновесного состояния геосистем разных рангов и обусловившие возникновение геологических катастроф.

Ключевые слова: геосистема, геологическая среда, геологическая катастрофа, тектонические разрывные нарушения, поля напряжений, сейсмичность, оползень.

Введение.

Важное значение для рациональной и безопасной хозяйственной деятельности человека имеет изучение строения, свойств и закономерностей развития геологической среды, которую можно рассматривать как совокупность открытых, разномасштабных, различных по составу, строению и по особенностям функционирования природных геологических систем. Происходящие в геологической среде глубокие и приповерхностные процессы могут представлять угрозу как для возводимых человеком объектов различного назначения, так и для его жизни. Кроме того, в процессе своей жизнедеятельности человечество само оказывает на геологическую среду интенсивное воздействие, в результате которого зачастую нарушается равновесие существующих природных геологических систем. Это нередко приводит к активизации негативных (иногда необратимых, с катастрофическими последствиями) геологических процессов.

Не претендуя на всесторонний анализ тектонических (геодинамических) аспектов природных катастроф, авторы данной статьи поставили целью показать на отдельных примерах многообразия связей между элементами геологических систем разных рангов, проанализировать причины (в том числе – тектонические), вызвавшие нарушение равновесного состояния этих систем и возникновение геологических катастроф.

Основные понятия.

Природная геологическая система (геосистема) - это открытая для внешнего воздействия совокупность структурно-вещественных элемен-

тов геологической среды, функционально взаимосвязанных посредством энергообмена или массопереноса как между собой, так и с другими природными системами или их элементами. В случае привнесения в природную геосистему возмущающих техногенных (антропогенных) факторов, способных изменить свойства последней и оказать влияние на особенности ее развития, данная геосистема может быть отнесена к разряду **природно-техногенных** или **техноприродных**.

До определенного времени элементы геосистемы находятся в условиях статического или динамического равновесия. Однако постоянно действующие или повторяющиеся внешние (в том числе, техногенные) воздействия на них могут привести к аддитивности возмущения, нарушению связей, обеспечивающих устойчивое функционирование природной геосистемы, и в результате - к необратимым изменениям, нередко носящим катастрофический характер. Последующее восстановление равновесия природной или природно-техногенной геосистемы возможно только на новом энергетическом уровне. Поэтому при исследованиях природных систем следует обращать особое внимание на те из них, в которых процессы саморегуляции (с точки зрения скорости накопления возмущений и их релаксации) не равновесны, а приводят к аддитивности возмущения и, в конечном итоге, к катастрофической развязке.

Термином “природная катастрофа” А.Е.Шейдеггер обозначил “...любое изменение окружающей среды, ставящее под угро-

зу его (человека - авт.) жизнь или влияющее нежелательным образом на его работу" [1, стр.7]. И далее: "... катастрофа - это следствие нарушения стабильного состояния системы в определенном месте и в определенное время" [там же, стр.8]. Учитывая вышеизложенное, можно сказать, что **геологическая природная катастрофа - это представляющее опасность для жизнедеятельности человека быстрое необратимое изменение состава, строения и (или) состояния геологической среды, обусловленное нарушением связей, обеспечивающих длительное устойчивое функционирование природной геосистемы или нескольких геосистем, произошедшее под влиянием постоянно действующих или периодически повторяющихся аддитивных, внешних по отношению к этим системам воздействий.** В зависимости от того, каково происхождение аддитивных воздействий, приведших к катастрофическому развитию геосистемы, - естественное или искусственное - геологические катастрофы можно считать **природными** или **природно-техногенными (техноприродными).**

В общем виде геосистему характеризуют: а) размеры или объемы слагающего ее вещества; б) порядок и ранг входящих в ее состав структурных элементов; в) энергетический уровень и периодичность возмущений, способных вывести геосистему из статического или динамического равновесия, г) предельное количество энергии, выделяемое при катастрофическом ее развитии, и др. параметры. Учитывая это, геосистемы (с некоторой долей условности) можно ранжировать следующим образом:

- природные надрегиональные геосистемы - мегагеосистемы;
- природные (природно-техногенные) региональные геосистемы - макрогеосистемы;
- природные (природно-техногенные) локальные геосистемы.

Соответственно, масштабы и типы геологических катастроф, обусловленных нарушением равновесного состояния геосистем разных рангов, как правило, различны. Различными так же являются уровни материального ущерба от этих катастроф и, что самое важное, количество жертв среди населения, достигающее в предельных случаях сотен тысяч (мегагеосистемы), тысяч (макрогеосистемы) и десятков (локальные геосистемы) человек.

Надрегиональные геосистемы (мегагеосистемы).

Структурно-тектоническими элементами мегагеосистем являются зоны сопряжения и взаимодействия крупных геоструктур - гетерогенных литосферных плит, областей с разными типами, мощностью и степенью консолидации земной коры, которые сочленяются по зонам новейших активных (активизированных) разломов самого высокого ранга. Геодинамические особенности функционирования мегагеосистем обусловлены влиянием планетарных полей тектонических напряжений преимущественно 1-го порядка [2,3]. Основную опасность при релаксировании мегагеосистем представляет сейсмичность, которая проявляется в пределах горно-складчатых поясов и их структурного обрамления, в зонах рифтогенеза, в областях молодой консолидации и по периферии древних консолидированных массивов. При этом очаги землетрясений с максимальными магнитудами, как правило, локализируются в пределах крупных активных разломных зон, главным образом, в узлах их пересечений. К явлениям этого же ранга, по видимому, следует относить и вулканно-магматическую деятельность, которая сопровождается сейсмическими толчками и выбросом на поверхность Земли огромного количества вулканического материала в виде лав и пепла.

Энергетический уровень функционирования мегагеосистем чрезвычайно высок. Об этом можно судить по объемам литосферы, участвующим в подготовке сильных землетрясений, и по величине энергии, выделяемой в течение сейсмического процесса (10^{18} - 10^{25} эрг). Страшным показателем геологических катастроф, обусловленных функционированием мегагеосистем, является количество жертв среди населения в районах проявления этих катастроф. Число погибших во время наиболее сильных землетрясений достигало десятков – сотен тысяч человек (так, число жертв таньшаньского землетрясения 28 июля 1976 г. с магнитудой $M=8$, по некоторым оценкам, составило около 750 тысяч человек). Количество погибших во время извержения вулканов достигало тысяч – десятков тысяч человек (Мон-Пеле, о-в Мартиника, 8 июня 1902 г. – более 40 тысяч; Руис, Колумбия, 13 ноября 1985 г. – около 23 тысяч человек и др.).

Возможности непосредственного вмешательства человека в функционирование мегагеосистем в настоящее время весьма ограничены. Поэтому и сами мегагеосистемы, и обусловленные их функционированием геологические катастрофы являются, в основном, природными без существенного участия каких-либо техногенных факторов. По этой же причине меры защиты от геологических катастроф этого ранга носят преимущественно пассивный характер, выражающийся в выборе относительно безопасных (асейсмичных или с пониженной сейсмичностью) территорий для промышленного и гражданского строительства. В случаях, если уход за пределы сейсмоопасных территорий невозможен по каким-либо причинам, при строительстве принимаются специальные конструктивные мероприятия, повышающие до безопасного уровня сейсмостойкость возводимых зданий и сооружений.

Научным обоснованием для оптимального выбора антисейсмических мероприятий являются результаты сейсмического (общего или детального) районирования сейсмоопасных территорий [4-6]. Сейсмическое районирование имеет целью изучение пространственно-временных и энергетических особенностей функционирования сейсмотектонических мегагеосистем и предполагает, в конечном итоге, выделение сейсмогенерирующих структур (зон возможного возникновения очагов землетрясений - зон ВОЗ), оценку их сейсмического потенциала и определение уровня воздействия генерируемых ими землетрясений на изучаемую территорию.

Так, для сейсмотектонического анализа территории Транскарпатской (Западно-Украинской) сейсмотектонической провинции в качестве минимальной геодинамической единицы, отвечающей масштабу изучаемой мегагеосистемы и отражающей современные геодинамические особенности последней, была принята Восточно-Карпатская складчатая дуга с прилегающими к ней Предкарпатским и Закарпатским прогибами и смежными участками юго-западного склона Восточно-Европейской платформы [7]. Изолированное рассмотрение меньших геоструктур, участвующих в строении мегагеосистемы, привело бы к сокращению информационного пространства и, как результат, к возможным ошибочным заключениям о сейсмическом потенциале как отдельных структур, так и всей мегагеосистемы в це-

лом. Исследования показали, что основные очаги транскарпатских землетрясений (с магнитудой 4 и более), зарегистрированные в пределах Западно-Украинской сейсмотектонической провинции, структурно приурочены к диагональным системам крупных зон новейших сколовых разломов земной коры, главным образом, к узлам их пересечений. На основании этого сделан вывод о том, что сейсмотектонические процессы в Восточно-Карпатском регионе, в основном, обусловлены планетарными системами полей напряжений I-го порядка [2,7]. Это обстоятельство было положено в основу расчетов пространственно-временных и энергетических параметров сейсмического режима и оценки их предельных значений для территории Западно-Украинской сейсмотектонической провинции. Была показана возможность прогноза сейсмической опасности на основе результатов системного изучения геодинамики, проявившейся в морфологических и структурно-кинематических особенностях неотектонических структур и в пространственно-временных закономерностях распределения очагов землетрясений.

Подобный анализ мегагеосистемы Азово-Крымско-Черноморского региона имеет конечным результатом карту общего сейсмического районирования территории Крыма [5].

Региональные геосистемы (макрогеосистемы).

Структурно-вещественную основу макрогеосистем составляют крупные блоки земной коры, региональные формационные и инженерно-геологические комплексы, характеризующиеся значительным площадным распространением, а также новейшие активные (активизированные) зоны разломов земной коры высокого и среднего рангов преимущественно сдвигового характера, реже – других морфокинематических типов. Новейшая активизация этих зон разломов обусловлена влиянием планетарных полей напряжений 1-го, иногда - 2-го (трансформированного) порядков [2]. В качестве примеров региональных вещественных комплексов можно привести карстующиеся известняки или просадочные лессы и лессовидные породы, пользующиеся широким площадным распространением в некоторых регионах Украины.

Эти обстоятельства предопределяют однотипность проявления негативных гео-

логических процессов и явлений на больших территориях и, соответственно, возможность возникновения в пределах этих территорий геологических катастроф, близких по своей природе, что позволяет считать их принадлежащими одной макрогеосистеме. Большую роль в подготовке некоторых видов геологических катастроф, таких, как активизация оползней, возникновение суффозионно-карстовых провалов и т.п., играют региональные гидрогеологические (гидрогеодинамические) обстановки и, главным образом, нарушения условий естественного водообмена.

Причины (в том числе и техногенные) катастрофического развития макрогеосистем не всегда могут быть определены однозначно. Нередко за причину геологической природной или техноприродной катастрофы принимается наиболее очевидный фактор, который сыграл лишь роль "спускового крючка" в момент, когда геосистема уже находилась в состоянии, близком к критическому под аддитивным воздействием нескольких других факторов. При изучении причин катастрофического развития макрогеосистем, в составе которых инженерно-геологические и гидрогеодинамические элементы более очевидны, чем завуалированные структурно-тектонические (особенно в пределах промышленно-городских агломераций, где они практически недоступны для прямого изучения), нередко происходит игнорирование или недооценка роли последних. В результате из сценариев прогноза и развития катастрофических явлений выпадают важнейшие элементы геосистем, что приводит к ошибочным заключениям при проектировании и эксплуатации возводимых объектов, поскольку прямое или опосредованное влияние структурно-тектонических элементов и геодинамических обстановок играет весьма существенную роль в подготовке катастрофического развития многих макрогеосистем.

Проиллюстрировать сложность строения относительно простых (на первый взгляд) геосистем и многообразие связей между слагающими их элементами можно на примере катастрофического оползня-потока, активизировавшегося в микрорайоне Тополь-1 г. Днепропетровска 6 июня 1997 г.

Микрорайон Тополь-1 г. Днепропетровска расположен на межбалочном водораздельном плато в области развития верхнеплиоцен-четвертичных лессовых

грунтов, мощность которых составляет более 30 метров. Лессовая толща характеризуется чередованием водопроницаемых и относительно водоупорных слоев и залегает на региональном водоупоре, представленном красноцветными верхнеплиоценовыми глинами. Ниже расположены миоцен-плиоценовые карбонатно-терригенные осадочные образования, а с глубины 80-100 м – породы гранитно-метаморфического фундамента Украинского кристаллического щита.

Активизация оползня произошла по причине разжижения лессовых грунтов и полной потери их несущей способности. Грязеводяной оползень-поток (по мнению некоторых специалистов – суффозионный выброс) вынес в смежную с микрорайоном балку огромную массу пород с образованием воронки площадью приблизительно 300x100 м и глубиной более 20 м. Полностью были разрушены девятиэтажный жилой дом, школа, детские сады, гаражи, хозяйственные постройки, погиб человек.

Произошедшая катастрофа явилась следствием чрезмерного подтопления части территории микрорайона, которое, на первый взгляд, было обусловлено исключительно техногенными причинами: утечками из водонесущих коммуникаций, уменьшением испарения за счет асфальтирования улиц и высокой плотности застройки. Однако, в результате комплексного изучения особенностей изменения параметров естественного электромагнитного поля Земли исследуемая геосистема пополнилась новыми элементами, поскольку была установлена пространственная связь зон чрезмерного подтопления лессовых грунтов как с понижениями рельефа первого регионального водоупора, так и с разрывными тектоническими нарушениями в фундаменте и осадочном чехле.

Анализ откартированных тектонических нарушений показал, что они являются разновозрастными и часто состоят из отдельных отрезков, которые не отвечают парагенезисам разрывов, образовавшихся в едином и синхронном поле тектонических напряжений. Однако на новейших стадиях тектогенеза произошла активизация и объединение в единые разломные зоны тех из них, которые более всего соответствовали современным системам напряжений. Было установлено, что ориентировка активизированных разломов соответствует парагенезисам разрывов альпийского тектогене-

за, образованных в планетарных полях тектонических напряжений, характерных для плейстоцена [2,3]. При этом значительно преобладают структуры левосдвигового парагенезиса разрывов северо-западного простирания, свидетельствуя о том, что состояние полей напряжений на изучаемой площади соответствует условиям субширотного сжатия или субмеридионального растяжения.

Современная (новейшая) активизация разрывных структур обусловила: а) движение крыльев разломных зон в виде крипа, что само по себе представляет опасность для инженерных сооружений; б) формирование открытых систем трещин и зон повышенной тектонической трещиноватости в кристаллическом фундаменте и в нижней части осадочного чехла с потенциальными возможностями их обводнения; в) образование трещинных структур, проникающих в отложения верхней части осадочного чехла и способствующих, тем самым, формированию фильтрационных окон в водупорных горизонтах; г) образование понижений рельефа на поверхности регионального водоупора плиоценовых глин.

Зоны тектонических разрывов и погребенные эрозионные формы рельефа поверхности глин регионального водоупора способствовали перераспределению подземного стока и формированию концентрированных грунтовых потоков. В пределах последних происходило более полное обводнение разреза (включая относительно водупорные горизонты) и поднятие уровня грунтовых вод, в том числе, за счет развивающегося подпора грунтовых вод в результате снижения водопроницаемости лессовых грунтов при их водонасыщении.

Кроме оползня-потока, образовавшегося вследствие чрезмерного подтопления и полного разжижения грунта, наблюдались многочисленные развивающиеся деформации зданий и сооружений, прежде всего, в пределах зон развитого подтопления и наиболее полного водонасыщения грунтов. Вне разломных зон и понижений рельефа регионального водоупора степень водонасыщенности геологического разреза резко уменьшалась.

Результаты проведенных исследований позволили построить карту зон повышенной геолого-экологической опасности

для территории микрорайона Тополь-1 и прилегающих участков (рис. 1), содержащую элементы геолого-экологического прогноза.

Локальные геосистемы.

Структурно-вещественной основой локальных геосистем служат мелкие тектонические блоки и микроблоки земной коры, разделенные новейшими (активизированными) разломами низких рангов и зонами концентрированной трещиноватости пород. Взаимодействие и взаимоперемещение блоков и микроблоков локальных геосистем обусловлено планетарными полями напряжений 1-го порядка и трансформированными полями напряжений 2-го и 3-го порядков [2]. Нередко происходит гравитационное перемещение масс горных пород в условиях расчлененного рельефа. Поэтому разрывные элементы в этих геосистемах характеризуются широким спектром структур как эндогенного (сдвиги, взбросо- и сбросо-сдвиги, надвиги, взбросы, сбросы, крупные трещины без видимого смещения крыльев), так и экзогенного (трещины бокового отпора, оползневые заколы и т.п.) происхождения.

Литологические, инженерно-геологические и гидрогеологические элементы локальных геосистем представлены разнообразными формационными, фациальными и инженерно-геологическими комплексами, имеющими ограниченное площадное распространение. Гидрогеологические обстановки в их пределах нередко характеризуются локальными нарушениями естественных условий водообмена. Негативные явления, возникающие при достижении локальными геосистемами критического состояния, хоть и имеют ограниченное распространение, но весьма многообразны в своем проявлении. Это - мелкие оползни, обвалы, карстовые воронки, осадки грунта, подтопления, локальное приращение сейсмической балльности за счет местных инженерно-геологических и гидрогеологических условий, более высокая степень разрушений над разломно-трещинными зонами при землетрясениях, криповые явления. Местоположение и характер их проявления нередко обусловлены влиянием структурно-тектонических факторов.

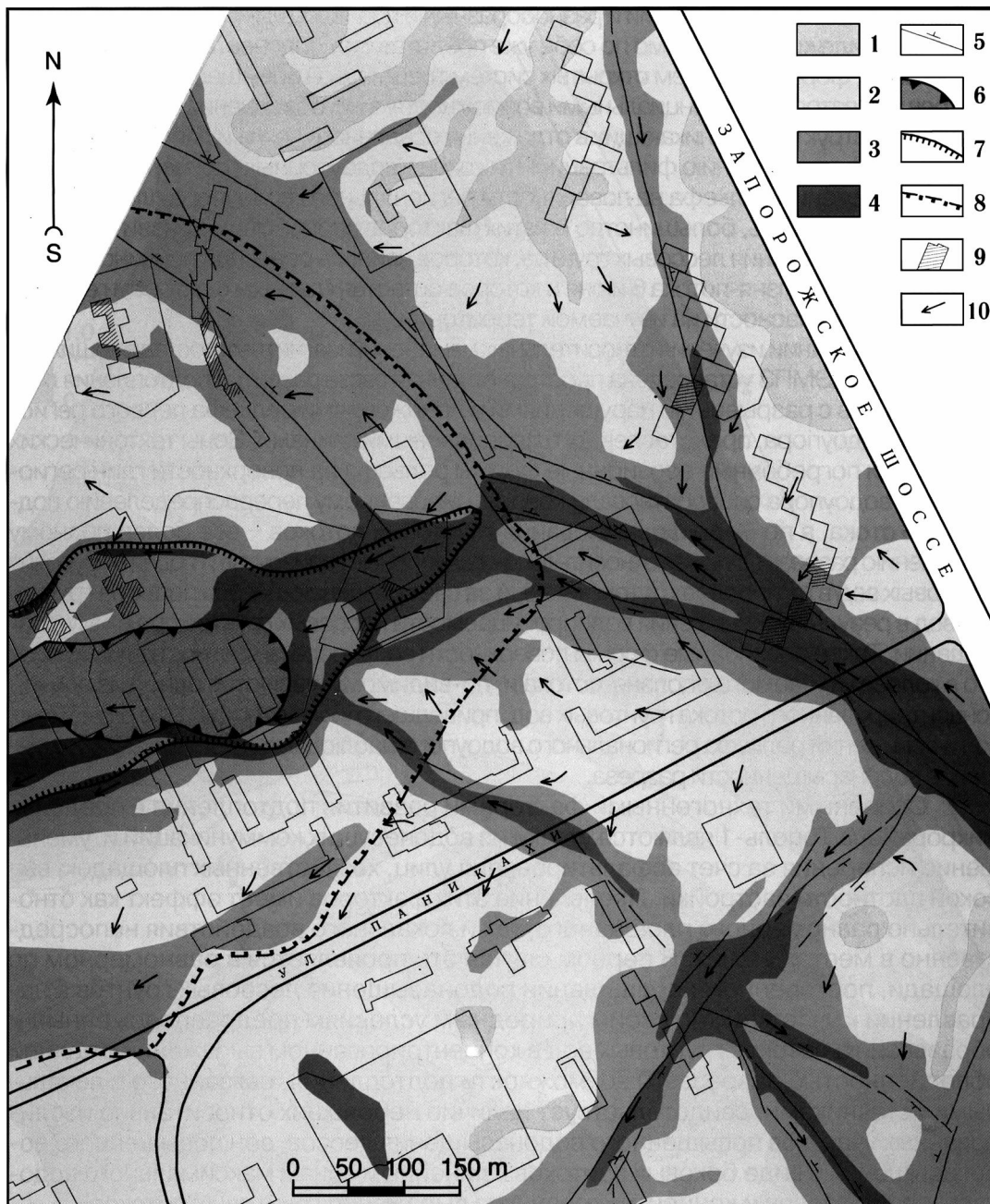


Рис. 1. Карта зон геолого-экологической опасности в микрорайоне Тополь-1 г. Днепропетровска.

1 - зоны без существенных антропогенных изменений природных систем. Подтопление лессов не проявлено; 2 - зоны развивающегося подтопления лессовых грунтов. На относительно водоупорных прослоях присутствуют горизонты увлажненных лессов, лессовидных суглинков и супесей, разобщенные линзы грунтовых вод. В основании толщи лессов на региональном водоупоре плиоценовых красноцветных глин, могут иметь место маломощные горизонты грунтовых вод с площадным развитием. При прогрессирующем подтоплении возможно развитие просадочных деформаций инженерных сооружений, а при наличии базиса разгрузки - оползневых смещений, суффозии; 3 - зоны развитого подтопления лессовых грунтов. Наиболее водопроницаемые прослои лессов, лессовидных суглинков и супесей водонасыщены полностью по всему разрезу, но разделены увлажненными горизонтами относительно водоупорных литологических разностей. В пределах зон развиваются просадочные деформации инженерных сооружений. Возможны оползни-потоки с прогрессирующим развитием от эрозионных врезов в сторону водораздельного плато при незначительных уклонах рельефа; 4 - зоны полного водонасыщения лессовых грунтов на всю мощность разреза (независимо от степени их водопроницаемости) при высоком уровне грунтовых вод (3-10 м от поверхности). В разрезе имеют место горизонты полного разжижения лессовых грунтов с необратимым разрушением структуры и потерей несущей способности. Развивающиеся просадочные деформации инженерных сооружений и оползни-потоки в пределах зон могут иметь катастрофические последствия (оползень 6 июня 1997г.). Представляют опас-

ность просадочные деформации инженерных сооружений при осушительных мероприятиях; 5 - разрывные нарушения кристаллического фундамента с новейшей и современной активизацией (пунктиром - предполагаемые). Являются водонапорными гидрогеологическими системами, контролирующими развитие зон подтопления лессов. Способствуют развитию подтопления лессов вследствие антропогенных нарушений водообменных процессов и благодаря наличию в подстилающих их водоупорных отложениях окон повышенной водопроницаемости, обусловленных тектонической трещиноватостью. Прямую опасность для инженерных сооружений могут представлять современные криповые движения по разломам и усиление сейсмических эффектов при землетрясениях; 6 - граница оползня-потока, активизировавшегося 6 июня 1997г.; 7 - граница деструктивного поля в водонасыщенных лессовых грунтах с возможным прогрессирующим развитием и расширением оползня-потока, образовавшегося 6 июня 1997г.; 8 - предполагаемая граница оползнеопасной зоны, активизация которой возможна в случае, если меры по уменьшению антропогенной нагрузки на природную систему не будут приняты; 9 - аварийные инженерные сооружения (сооружения с развивающимися деформациями); 10 - направление потоков подземных вод.

Проиллюстрировать вышесказанное можно на примере оползня, возникшего 18-19 апреля 1997 г. на 18-м км автодороги Севастополь-Ялта. Катастрофа произошла в пределах альпийской горно-складчатой области, характеризуемой активной тектоникой, сложным геологическим строением и многообразием локальных вещественных (формационных) комплексов.

Оползень, активизировавшийся на 18-м км автодороги Севастополь-Ялта, проходящей в этом месте вдоль склона небольшой горной реки, разрушил участок полотна дороги длиной более 50 метров, при этом вертикальная амплитуда смещения оползневого массива по заколам в головной части составила 10-15 метров.

Комплексное изучение геологоструктурных и гидрогеологических условий района показало, что оползень активизировался в зоне сочленения двух активных тектонических разрывов: сдвиговой разломной зоны северо-западного простирания и примыкающей к ней с северо-востока зоны надвига, по которой юрские известняки надвинуты на глины нижнего мела. Вдоль фронта надвига сформировалась мощная зона тектонического меланжа (рис.2), представленная глыбами известняков и рассланцованными перетертыми глинами с многочисленными зеркалами скольжения. Структурно-кинематический анализ показал, что формирование вышеназванных зон обусловлено субширотным планетарным сжатием и системами напряжений, производными от него.

Оползень приурочен к зоне динамического влияния разлома северо-западного простирания и по ширине полностью в нее укладывается; при этом тело оползня локализовано в зоне развития тектонического меланжа. Боковые поверхности скольжения оползня являются продолжением поверхностей разлома и отвечают ориентировке максимальных касательных напряжений в системах тектонических на-

пряжений. Тектонические смещения в активном крыле разрыва, в котором расположен оползень, кинематически соответствуют горизонтальной составляющей смещения оползня. Ориентировка борозд и штрихов скольжения на поверхностях тектонических разрывов часто согласуется с направлениями смещения оползневого массива. В головной части имеются многочисленные субширотные тектонические разрывы с крутым падением сместителя в направлении сползания массива, что предопределяет образование его отрывов по уже подготовленным поверхностям. Таким образом, очевидно, что в оползневых смещениях участвуют тектонически подготовленные отложения.

Разрывные смещения по разлому, в зоне динамического влияния которого находится оползень, обусловлено полем планетарного субширотного сжатия, которое наиболее подвержено воздействию приливных эффектов. В связи с этим, активизация тектонических движений, в том числе и крипа, может иметь квазипериодический характер и являться дополнительным источником концентрации напряжений в горном массиве, подверженном оползневому смещению, наряду с общей концентрацией напряжений, обусловленной особенностями распределения масс на горном склоне.

Гидрогеологические условия участка развития оползня в значительной степени определяются особенностями геологического строения. Участки максимальной обводненности пространственно приурочены к зонам выявленных разломов, позволяя сделать вывод о том, что через участок проходят пути транзита подземных вод от области питания к области разгрузки, главным образом, по разломно-трещинным зонам. Это обстоятельство предопределяет и неравномерность степени обводненности четвертичных отложений, водонасыщенность которых значительно выше над разломно-трещинными

зонами. При этом максимальной обводненностью характеризуется зона развития тектонического меланжа. На западном ее фланге имеет место перехват подземных вод зоной разлома северо-западного простирания, в нижней части которой проис-

ходит частичная разгрузка по системе родников. Вероятно, именно эта зона являлась основной причиной повышенной обводненности оползневого массива в момент его активизации.

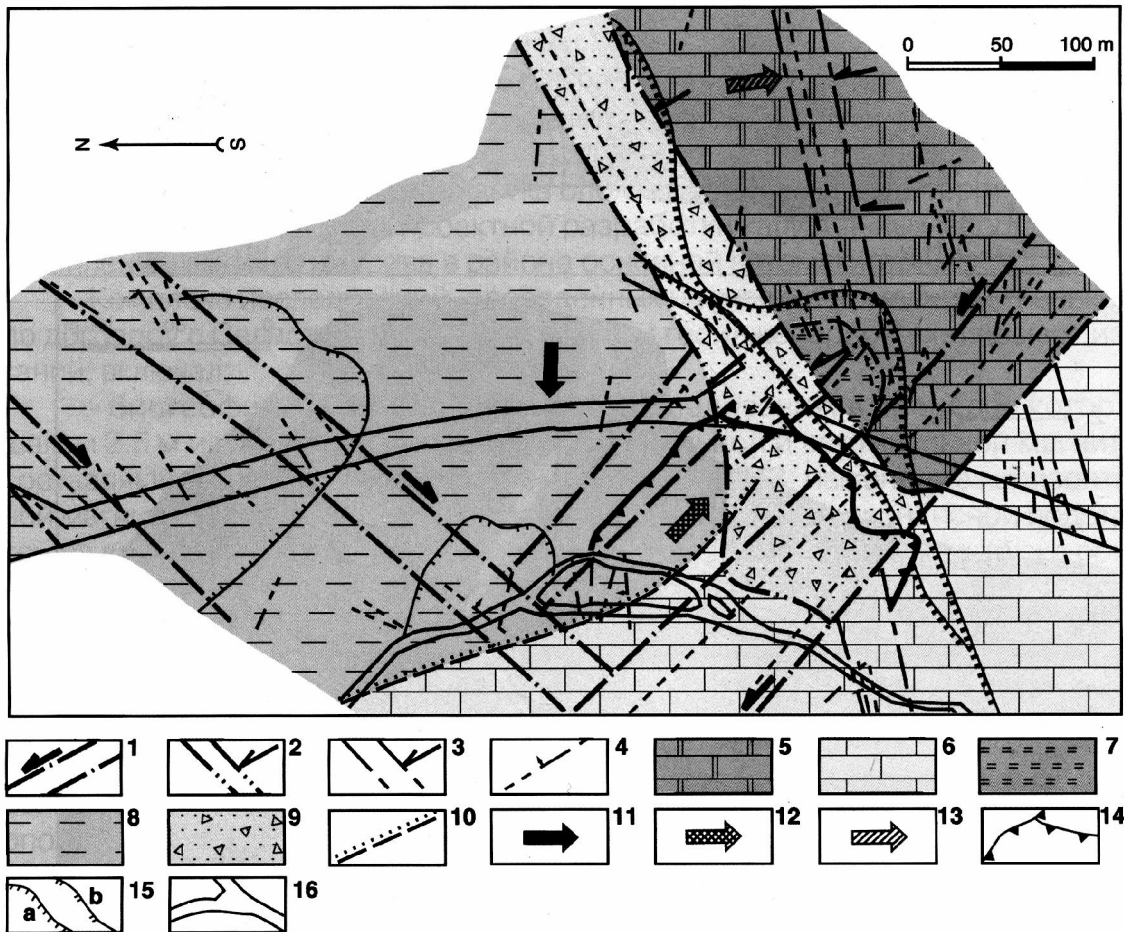


Рис. 2. Карта геолого-структурных условий с элементами новейшей геодинамики для района развития оползня на 18-м км автодороги Севастополь – Ялта.

1 - границы зон динамического влияния (деструктивных полей) разломов 1-го порядка; стрелки указывают направление смещения активного крыла разлома, установленное по парагенезисам разрывов или по наблюдаемым смещениям; 2 - то же самое, для разломов 2-го порядка; 3 - то же самое, для разломов 3-го порядка; 4 - локальные разрывы и направление их падения; 5 - известняки верхней юры-нижнего мела в аллохтонном блоке; 6 - то же самое, в автохтонных (паравтохтонных) блоках; 7 - аргиллиты нижнего мела в основании аллохтонного блока, перекрытые надвинутыми на них известняками юры-нижнего мела; 8 - аргиллиты нижнего мела в автохтонном (паравтохтонном) блоке; 9 - зона развития меланжа перед фронтом аллохтонного блока; 10 - граница ингрессивного налегания аргиллитов на известняки; 11 - направление сжатия планетарного поля напряжений 1-го порядка; 12 - то же самое, 2-го порядка; 13 - то же самое, 3-го порядка; 14 - контур активизировавшегося оползня; 15 - границы оползневых массивов, предполагаемые по данным дешифрирования: а - древних; б - современных временно стабилизированных; 16 - автодорога Севастополь – Ялта.

Незначительные размеры локальных геосистем (и, соответственно, масштабы проявления негативных процессов и явлений) допускают усиление влияния техногенных факторов на особенности их развития. Поэтому нередко именно факторы техногенного воздействия на геологическую среду являются основной причиной

возникновения локальных природных катастроф. С другой стороны, эти же обстоятельства (небольшие размеры геосистем и ограниченное развитие негативных явлений) позволяют широко применять средства инженерной защиты территорий.

Литература

1. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. – М.: Недра. –1981. – С.232.
2. Новик Н.Н., Вольфман Ю.М. Эволюция планетарных полей напряжений в пределах сейсмоактивных регионов Украины, новейшие разрывы и разрывные смещения / Геодинамика Крымско-Черноморского региона. – Симферополь, 1997. – С.81-90.
3. Гинтов О.Б. Планетарные деформации земной коры, ротация Земли и движение литосферных плит // Геофизический журнал. – 2001. – Т.23, №4. – С.69-82.
4. Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. – М.: Наука, 1980. – 308 с.
5. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Борисенко Л.С. и др. Общее сейсмическое районирование территории Крыма (ОСР-98) // Геофизический журнал. – 1999. – Т.21, №6. – С.3-15.
6. Чекунов А.В., Харитонов О.М., Борисенко Л.С. и др. Детальное сейсмическое районирование сейсмоактивных регионов Украины // Геофизический журнал, 1998. – Т.20, №1. – С.3-13.
7. Вольфман Ю.М., Новик Н.Н. Использование результатов геодинамических реконструкций при оценке предельных параметров сейсмичности / Геодинамика Крымско-Черноморского региона. – Симферополь, 1997. – С.103-111.
8. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений). – К.: Наук. думка, 1989. – 192 с.

Анотація. Ю. М. Вольфман, М. М. Новік, О. М. Останін **Тектонічні передумови катастрофічного розвитку природних і техноприродних геосистем.** У роботі проаналізовано чинники (у тому числі – тектонічні), які спричиняють порушення рівноважного стану геосистем різних рангів та обумовлюють виникнення геологічних катастроф.

Ключові слова: геосистема, геологічне середовище, геологічна катастрофа, тектонічні розривні порушення, поля напруг, сейсмічність, оповзень.

Abstract. Yu.M. Volfman, M.M. Novak, O.M. Ostanin **The tectonic preconditions of natural and technological geosystems development.** The reasons (tectonic reason too) that cause disbalance in different range geosystems and geological accident were analyzed.

Key words: geosystem, geologic media, geologic accident, tectonic explosive infringements, pressure fields, seismicity, landslip.

Поступила в редакцію 19.06.2004.