

УДК 911.1

В. Н. Саломатин¹,
Н. В. Горбатюк¹,
А. В. Макушин²,
М. Ю. Никитин³,
В. М. Горбатюк²

Мониторинг состояния геологической среды Крыма

¹ Крымская академия природоохранного и курортного строительства

² Крымский государственный аграрный университет

³ Московский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются методы обработки данных наблюдений и моделирование состояний ГС с целью оценки пригодности территории для хозяйственного освоения. Методики позволяют осуществлять многофакторный анализ состояния объекта мониторинга, с определением интегрального показателя, характеризующего состояния ГС на основании выбранного критерия оценки. Методики применимы как в естественных условиях, так и при интенсивном хозяйственном освоении и значительных техногенных нагрузках. Предлагаемые методические подходы свободно интегрируются в среду ГИС, взаимно дополняют друг друга и имеющиеся данные традиционных геологических, геоморфологических и геофизических методов картирования и моделирования.

Ключевые слова: Методы обработки данных, мониторинг, геоинформационные системы.

Геологическая среда (ГС) рассматривается как верхняя часть литосферы, в пределах которой протекает хозяйственная деятельность человека и которая изучается с помощью геологических методов. Как система ГС имеет общесистемные и специфические особенности. Эти особенности определяют многообразие методических подходов для исследования процессов, протекающих в ней. Наиболее со-

временным подходом к контролю состояния геологической среды является ее мониторинг. Мониторинг представляется как система мероприятий, направленных на сбор, хранение, обработку и представление материалов о состоянии объектов для обеспечения контроля и эффективного управления их состоянием (рис.1). В данном конкретном случае объектом мониторинга выступает геологическая среда.

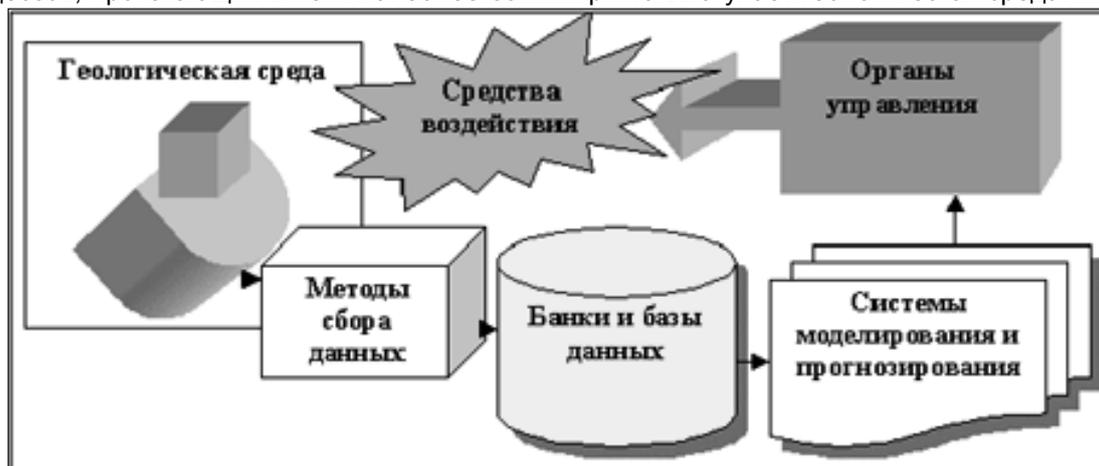


Рис.1. Схема структурных блоков системы мониторинга состояния ГС.

Методы сбора данных для обеспечения мониторинга зависят от целей и включают комплекс контактных (полевое обследование, экспериментальные натурные работы и лабораторные исследования) и дистанционных методов (аэровизуальные наблюдения, аэрофото и аэровидеосъемка, космические методы). Боль-

шинство контактных методов инженерно-геологических исследований методически обеспечены и стандартизированы.

Создание банков и баз данных является наиболее актуальной задачей современности и требует стандартизации, обеспечивающей обмен информацией и возмож-

ность ее обработки средствами системы моделирования и прогнозирования.

Система моделирования и прогнозирования включает совокупность методических подходов к оценке состояния ГС, прогнозирования изменений этого состояния и инструментария, позволяющего осуществлять моделирование. Наиболее эффективный инструментарий обработки боль-

ших объемов пространственно организованной и атрибутивной информации – геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время существует большое количество программных продуктов ГИС, выбор которых определяется задачами, возможностями системы и финансовыми возможностями заказчика работы.

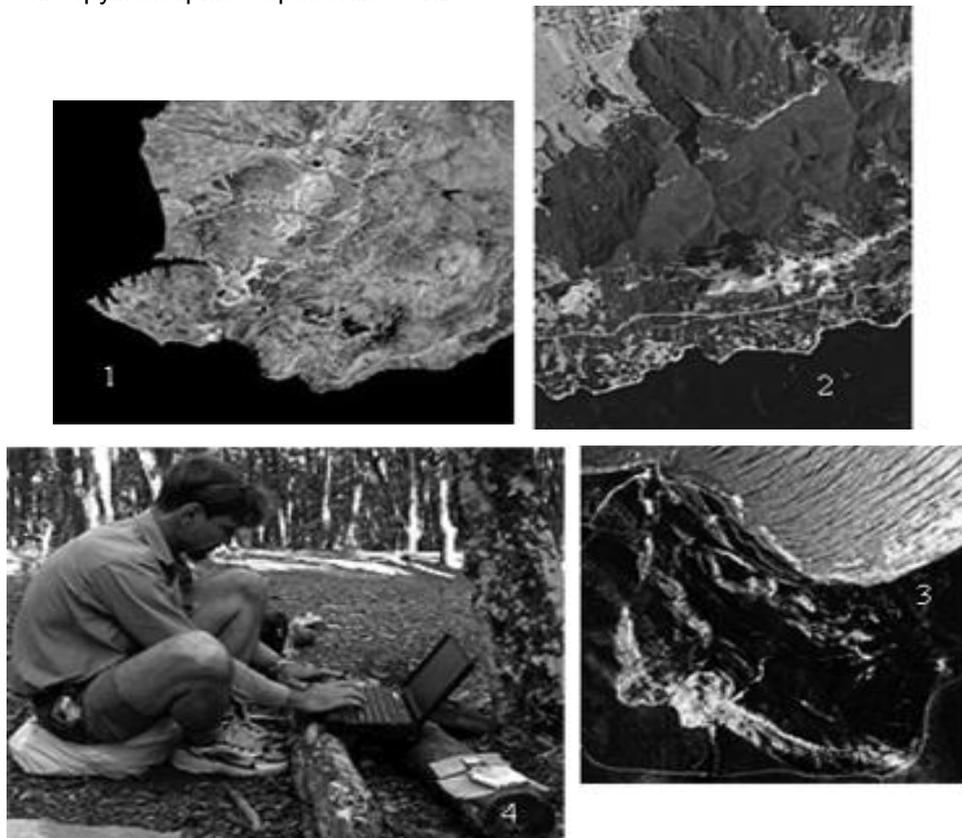


Рис. 2. КФС малого (1) и среднего (2) разрешения; АФС высокого разрешения (3). Полевая обработка материалов (4)

Коллектив авторов разработал и внедрил в практику исследований группу методов значительно дополнивших систему мониторинга состояния ГС в ее наиболее существенных компонентах.

Методы сбора данных дополнены группой методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Космические и аэрофотометоды ДЗЗ, на основе использования цифровых технологий, разрабатываются и совершенствуются, применительно к оценке динамики изменения компонентов ГС, на протяжении ряда лет В.М. Горбатюком и М.Ю. Никитиным [1,3]. Эти методы предполагают получение и обработку информации на разных уровнях – от глобального (с субкилометро-

вым разрешением снимков) до локального (с субметровым разрешением).

На этих же уровнях мониторинга геодинамическая и инженерно-геологическая информация существенно дополняется наблюдениями за изменением физических полей Земли. В последние десятилетия хорошо зарекомендовал себя в Украине, ближнем и дальнем зарубежье метод естественного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), защищенный рядом свидетельств и патентов. Глобальный уровень связан с геодинамическими эффектами вращения Земли и соответствующими нарушениями закономерностей суточного хода ЕИЭМПЗ. На региональном уровне охватываются геологические структуры, испытывающие деформации сжатия-

растяжения разной амплитуды и частоты. Локальные исследования позволяют выявить на конкретных участках зоны различной напряженности пород, проследить динамику поля напряжений, осуществить прогноз оползней, горных ударов, обвалов, карстово-суффозионных провалов и т.д.

Немаловажное значение имеет решение на всех уровнях задач, связанных с геопаталогией [5] Для решения всех задач имеются соответствующие аппаратные разработки [4].

Задачи определения точных количественных характеристик изменения состояния компонентов ГС на локальном уровне, и особенно деформаций инженерных сооружений, находящихся в неблагоприятных геологических условиях решаются с помощью точных геодезических методов (ТГМ). В настоящее время, благодаря развитию лазерных и компьютерных технологий, созданы новые геодезические приборы и системы, позволяющие выполнять сбор топографо-геодезической информации об объектах, мониторинга. Речь идет, прежде всего, об электронных тахеометрах и глобальных системах позиционирования (NAVSTAR/ GPS и ГЛОНАСС).

Для определения горизонтальных деформаций неблагоприятных в геологическом отношении участков – оползней, а также линейных сооружений (дороги, трубопроводы), находящихся на них, наиболее прогрессивным подходом является съемка с помощью GPS приемников. Плановое положение точек при использовании GPS -методов может быть определено с точностью до 2-3м при кодовом дифференциальном методе измерений, и до нескольких миллиметров при фазовом дифференциальном методе. В последнем случае необходимо использовать двухчастотный GPS - приемник. Для определения положения и сбора данных хорошо зарекомендовали себя GPS - приемники фирм LEICA, SOKKIA, TRIMBLE..

Разработка и внедрение высокоточных геодезических методов исследования деформаций инженерных сооружений на оползнях осуществляется А.В. Макушиным [6]. В частности были разработаны методики и выполнены исследования деформаций участка трассы Симферополь-Алушта (29км) и жилых зданий в зоне влияния Большого Марьинского оползня (Симферополь), а также ряда телевышек. В результате этих исследований были выявлены следующие особенности наблюдений:

- опорные линии следует закреплять вне зоны оползня, перпендикулярно направлению его смещения;

- линейные измерения можно выполнять только в нулевом цикле, причем с невысокой точностью;

- угловая точность измерений зависит скорости движения оползня и интервала времени между циклами наблюдений.

В результате проведенных работ получены формулы по предвычислению точности наблюдений, разработаны методики и даны рекомендации по выбору приборов по проведению наблюдений.

Отметим также, что для изучения деформаций инженерных сооружений, расположенных в неблагоприятных геологических условиях необходимы трехмерные модели этих сооружений. Они формируют пространственную основу информационной системы, служащей для оценки риска и мониторинга разрушений, для восстановления и обеспечения сохранности сооружений. В 1999 году на рынке появился первый в мире полноценный лазерный сканнер, созданный компанией «Collidus Precision Systems GmbH». Лазерный сканнер накапливает координаты окружающих объектов со скоростью свыше миллиона точек за 10 минут. Математический анализ измерений выполняется специальной программой 3D Extractor. Программа автоматически распознает плоскости и базовые геометрические элементы и на их основе разрабатывает пространственную модель. Лазерный сканнер предоставляет идеальные решения для контроля деформаций, а также для моделирования процессов деформаций инженерных сооружений.

Обработка данных наблюдений и моделирование состояний ГС с целью оценки пригодности территории для хозяйственного освоения является предметом исследований Н.В. Горбатюк [2], которой разработана методика оценки, применительно к урбанизированным территориям, расположенным в предгорных территориях. Эта методика позволяет осуществлять многофакторный анализ состояния объекта (МАСО) мониторинга, с определением интегрального показателя, характеризующего состояние ГС на основании выбранного критерия оценки (рис 3). Методика применима как в естественных условиях, так и при интенсивном хозяйственном освоении и значительных техногенных нагрузках.

Все перечисленные выше методические подходы свободно интегрируются в среду ГИС, взаимно дополняют друг друга и имеющиеся данные традиционных геологических, геоморфологических и геофи-

зических методов картирования и моделирования. Предложенные методы образуют стройную технологическую цепочку (рис.4).

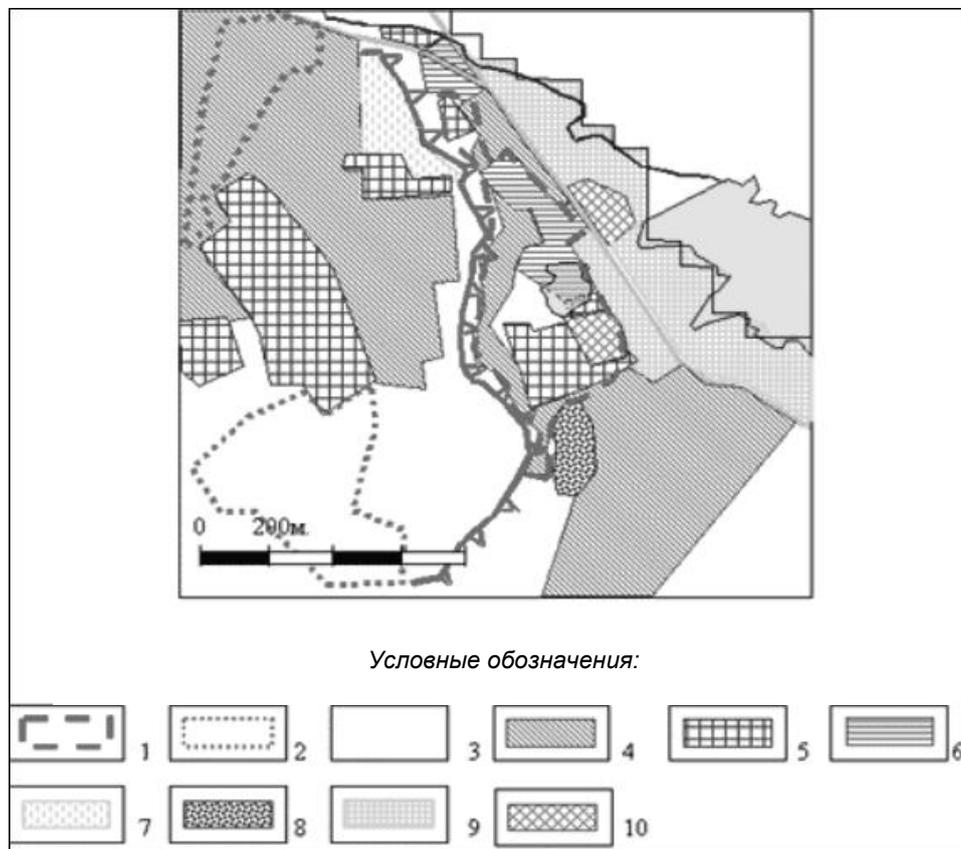


Рис. 3. Схема оценки инженерного риска территории полигонного участка

- 1- Границы зон повышенного риска; 2- границы зон с отсутствием риска; 3 - зоны слабого риска; 4 - территории одноэтажной жилой застройки; 5 - промышленная застройка ; 6 - многоэтажная жилая застройка ; 7 - заповедная (охранная) территория; 8 - карьеры; 9 - санитарно-защитные зоны; 10 – здания и территории общественного пользования.

Их комплексное использование позволяет создать ГИС, объективно характеризующую состояние ГС любой сложности, оценивать и прогнозировать изменение этого состояния с точки зрения выбранного критерия оценки.

Литература

1. Гончаренко О.А., Никитин М.Ю., Караев Ю.И. Опыт использования цифровых аэрофотосъемок на Северном Кавказе в 2000г. // Тез. Докл. IV междунар. Конф. «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов», 2001. – С. 149
2. Горбатюк Н.В. Особенности выбора показателей оценки экологического состояния геологической среды урбанизированных территорий // Тез. научно-технич. конференции профессорско-преподавательского состава по итогам

- научно-исследовательской работы за 1996-1997 годы. - Симферополь. – 1998. – С. 36.
3. Горбатюк В.М. Науково-методичні засади організації моніторингу стану земель у Криму. // Київ «Землепорядкування», 2000. – №2(6). – С. 64-69
 4. Саломатин В.Н. Бессмертный А.Ф. Способ оценки и прогнозирования устойчивости крупных геодинамических структур и устройство для его осуществления. № заявки 95073181, принятие решения НДЦПЕ 30.03.1998.
 5. Саломатин В.Н. Импульсные электромагнитные эмиссионные процессы в грунтах-индикатор экологических катастроф. // в сб. «Экологическая геология и рациональное недропользование. – Спб. – 2000. – С. 228-229.
 6. Макушин А.В., Коротков В.З., Пономарев В.Е. Экспертная оценка состояния инженерного сооружения на оползнях геодезическими методами. // Инновационный потенциал КГАУ. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. – С 148-150.



Рис. 4. Технологическая схема комплексного мониторинга ГС.

Анотація. В. М. Соломатін, М. В. Горбатюк, О. В. Макушин, М. Ю. Нікітін, В. М. Горбатюк **Моніторинг стану геологічного середовища Криму.** Розглянуто методи обробки даних спостережень та моделювання станів ГС з метою оцінки придатності території для господарчого освоєння. Методики дозволяють здійснювати багатofакторний аналіз стану об'єкту моніторингу з визначенням інтегрального показника, який характеризує стан ГС на основі вибраного критерію оцінки. Методики можуть використовуватись як у природних умовах, так і при інтенсивному господарчому освоєнні територій і значних техногенних навантаженнях. Пропоновані методичні підходи вільно інтегруються у середовище ГІС, взаємно доповнюють друг друга і дані традиційних геологічних, геоморфологічних і геофізичних методів картування і моделювання.

Ключові слова: методи обробки даних, моніторинг, геоінформаційні системи.

Abstract. V. N. Salamatin, N. V. Gorbatyuk, A. V. Makushin, M. Yu. Nikitin, V. M. Gorbatyuk. **The monitoring of geoeological environment in Crimea.** Methods of data processing of supervision and modelling of conditions GS are considered with the purpose of an estimation of suitability of territory for economic development. The multifactorial analysis of a condition of object of monitoring, with definition of the integrated parameter describing conditions GS on the basis of chosen criterion of an estimation allows to carry out techniques. Techniques are applicable both in natural conditions, and at intensive economic development and significant technogenous loadings. Offered methodical approaches are freely integrated into GIS, mutually supplement each other and the available data of traditional geological, geomorphological both geophysical methods of mapping and modelling.

Key words. Methods of data processing, monitoring, geoinformational systems.

Поступила в редакцію 24.03.2004 г.