



# МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «БИАТЛОННЫЙ КОМПЛЕКС» В Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКЕ

## MONITORING OF THE «BIATHLON COMPLEX» NATURAL-TECHNICAL SYSTEM IN KHANTY-MANSIYSK

### АБАТУРОВА И.В.

Доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии факультета геологии и геофизики Уральского государственного горного университета, директор ООО «ГИНГЕО», к.г.-м.н., г. Екатеринбург, [gingeo@mail.ru](mailto:gingeo@mail.ru)

### КОВЯЗИН И.Г.

Аспирант кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии факультета геологии и геофизики Уральского государственного горного университета, г. Екатеринбург, [kamell@rambler.ru](mailto:kamell@rambler.ru)

### ТАКТУЕВ Е.М.

Аспирант кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии факультета геологии и геофизики Уральского государственного горного университета, г. Екатеринбург, [gingeo@mail.ru](mailto:gingeo@mail.ru)

### ABATUROVA I.V.

An associate professor of the department of hydrogeology, engineering geology and geoecology of the faculty of geology and geophysics of the Ural State Mining University, candidate of science (Geology and Mineralogy), the director of the «GINGEO» LLC, Ekaterinburg, [gingeo@mail.ru](mailto:gingeo@mail.ru)

### KOVYAZIN I.G.

A postgraduate student of the department of hydrogeology, engineering geology and geoecology of the faculty of geology and geophysics of the Ural State Mining University, Ekaterinburg, [kamell@rambler.ru](mailto:kamell@rambler.ru)

### TAKTUYEV E.M.

A postgraduate student of the department of hydrogeology, engineering geology and geoecology of the faculty of geology and geophysics of the Ural State Mining University, Ekaterinburg, [gingeo@mail.ru](mailto:gingeo@mail.ru)

### Ключевые слова:

Ханты-Мансийск; биатлонный комплекс; Самаровский останец; природно-техническая система; мониторинг; техногенное воздействие; овражная эрозия.

### Key words:

Khanty-Mansiysk; biathlon complex; Samarovskiy residual mountain; natural technical system; monitoring; technogenic influence; ravine erosion.

### Аннотация

**В статье рассмотрены структура и компоненты природно-технической системы «Биатлонный комплекс» в г. Ханты-Мансийске, а также взаимодействия между этими компонентами. Определены задачи и элементы системы ее мониторинга.**

### Введение

В последние годы на территории г. Ханты-Мансийска активно развиваются опасные природные и природно-техногенные процессы, представляющие реальную угрозу зданиям, сооружениям и жизни людей. На их развитие наряду с природно-климатическими условиями большое влияние оказывают техногенные факторы. Немаловажное значение здесь имеет Центр зимних видов спорта (Биатлонный комплекс) имени А.В. Филипенко, комплекс сооружений которого построен на склонах юго-западной части Самаровского останца (рис. 1) с минимальным учетом возможности развития опасных процессов. Это приводит к нарушению динамического равновесия в сформированной природно-технической системе (ПТС) «Биатлонный комплекс» и возникновению чрезвычайных ситуаций.

Например, 12 июня 2012 г. в результате выпадения ливневых осадков центр был практически смыт. К потокам, стекающим со склона Биатлонного комплекса, присоединилась вода с городских улиц, склонов стадиона и станции канатной дороги. Это огромное количество воды обрушилось на водоотводящие каналы, пропускная способ-

### Abstract

**The article considers the structure and components of the «Biathlon complex» natural-technical system in Khanty-Mansiysk (Russia) as well as the interactions between the components. The tasks and elements of its monitoring system are defined.**



ность которых не была рассчитана на такой объем. В результате основание трассы было вымыто из-под асфальта, который провалился под собственной тяжестью (рис. 2, 3). Площадь разрушения асфальтовых трасс составила 3 тыс. из 40 тыс. м<sup>2</sup>.

Необходимость предупреждения чрезвычайных ситуаций должна основываться на выявлении закономерностей развития опасных процессов и оценке их влияния на устойчивость ПТС. Решение задач оценки и прогноза развития природно-техногенных процессов возможно только на основе ориентированной на конкретные условия системы мониторинга.

Цель настоящей статьи — показать сложность инженерно-геологических условий строительства в пределах крутых склонов Самаровского останца в г. Ханты-Мансийске, потенциальную опасность развития инженерно-геологических процессов, определяющих функционирование природно-технической системы «Биатлонный комплекс», необходимость их углубленного изучения и постановки мониторинга. В рамках поставленной цели авторами решались следующие задачи: (1) выявление компонентов, определяющих нормальное функционирование ПТС «Биатлонный комплекс»; (2) разработка структуры данной ПТС для конкретных инженерно-геологических условий; (3) обоснование схемы комплексного мониторинга рассматриваемой ПТС.

Строительство сооружений различного назначения в пределах ранее неосвоенных участков увеличивает техногенное воздействие и приводит к активизации опасных природных и техноприродных процессов. Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг, В.А. Королев, В.Т. Трофимов, В.В. Пендин, рассматривая научно-методические основы организации и функционирования мониторинга подобных объектов, считают, что они должны опираться

на положения теории систем, описывающей формирование, состояние и движение природно-технических систем [3–6].

Информация, используемая для организации системы мониторинга, должна быть «замкнутой» в границах рассматриваемой ПТС. По отношению ко времени ее получения она является накопленной и частично оперативной, полученной в результате специального обследования территории. По отношению к характеру оценок информация должна быть численной.

Прежде чем приступить к разработке композиции точек мониторинга, необходимо обосновать границы ПТС, ее иерархическую структуру, объяснить взаимодействия между компонентами системы и в конечном счете дать оценку интенсивности и характера движения ПТС, которые выражаются в виде пространственно-временной структуры и интенсивности развития природных и техноприродных процессов.

### Природно-техническая система «Биатлонный комплекс»

Ханты-Мансийский центр зимних видов спорта имени А.В. Филипенко является стадионом международной категории по классификации IBU (Международного союза биатлонистов), на котором проходят соревнования по биатлону, летнему биатлону, лыжным гонкам, арчери-биатлону. Это круглогодично функционирующий объект, занимающий площадь 148 387 м<sup>2</sup>, с общей протяженностью лыжных трасс более 15 км. Его общая вместимость — 15 000 зрителей, в т.ч. на стационарных трибунах — 9700 человек. Данный комплекс введен в эксплуатацию в 1997 г. В него входят детская спортивная школа, стадион, стрельбище и гостиничный комплекс.



Рис. 1. Расположение биатлонной трассы в г. Ханты-Мансийске



Рис. 2. Разрушения на биатлонной трассе (вид на трибуны)

На протяжении последних 5–6 лет Биатлонный комплекс неоднократно реконструировался. Только за период последней реконструкции 2010–2012 гг. было израсходовано 1 млрд 700 млн рублей бюджетных денег

Комплекс расположен на участке с абсолютными отметками 63–114 м на залесенных склонах Самаровского останца. Общий уклон поверхности в пределах биатлонной трассы составляет 30–40°. На некоторых участках он выволаживается за счет развития ряда природных процессов, в т.ч. плоскостной эрозии. Значительные уклоны приводят к увеличению скорости движения поверхностного стока по склонам как в периоды дождей, так и во время снеготаяния, что, в свою очередь, вызывает деформации инженерных сооружений.

Геологическое строение основания Биатлонного комплекса является сложным, что обусловлено:

- чередованием в разрезе и в плане пород различного генезиса и литологического состава (песчаных, глинистых, кремнисто-глинистых);
- наличием в верхней части разреза грунтов, обладающих тиксотропными свойствами, с низкой несущей способностью, а в нижней — специфических опоквидных глин;
- водонасыщенностью прослоев и линз песка, пронизывающих разрез толщи грунтов (рис. 4).

На склоне Самаровского останца, в пределах которого построен Биатлонный комплекс, широко развита овражная эрозия. Часть биатлонной трассы проходит по отвершкам оврага. В оврагах и отвершках развиты осыпи, оползни, донная эрозия, которые угрожают сооружениям комплекса.

Структуру ПТС «Биатлонный комплекс» предлагается представить в виде системы из нескольких иерархических уровней, главными элементами которой являются область взаимодействия геологической среды с комплексом сооружений (ОВ) и сами эти сооружения (рис. 5). Все составляющие условий функционирования ОВ характеризуются набором компонентов, которые определяют генетические особенности и тенденции изменения геологической среды. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены, имеют определенную направленность действия и вес (вклад) при развитии тех или иных процессов [2].

Согласно теории сложно организованных систем модель ПТС «Биатлонный комплекс» должна обладать следующими свойствами: динамичностью, управляемостью, открытостью, устойчивостью, самоорганизацией и адаптацией. Однако адаптация и самоорганизация проявляются слабо. Обычно результатом внешнего воздействия является переход системы из одного состояния в другое или ее нарушение (рис. 6). Но именно эти свойства системы придают ей способность сохранять свою устойчивость в некотором диапазоне взаимодействий. Поддержание состояния ПТС в допустимых пределах и есть цель управления функционированием — в нашем случае предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Существующие взаимодействия в ПТС «Биатлонный комплекс» представлены на рис. 7. Из не-



Рис. 3. Разрушения на скоростном спуске биатлонной трассы

го видно, что нормальное функционирование системы должно быть обеспечено при условии работы технических сооружений в строгом соответствии с проектным режимом.

В свою очередь, надежность технической составляющей определяется режимом эксплуатации сооружений, состоянием области взаимодействия геологической среды с комплексом сооружений и характером ее влияния на инженерные сооружения.

#### **Задачи и элементы мониторинга**

Мониторинг ПТС «Биатлонный комплекс» будет решать следующие взаимосвязанные задачи:

- 1) определение состояния геологической среды в заданный отрезок времени;
- 2) проведение фоновых наблюдений на территории размещения объекта;
- 3) проведение сравнительного анализа данных, полученных при равновесном состоянии объекта, с данными, полученными при мониторинге;
- 4) определение источников воздействия на состояние геологической среды со стороны ОВ и сооружения;
- 5) оценка взаимодействия геологической среды и объектов Биатлонного комплекса;
- 6) определение уровня техногенных воздействий на геологическую среду;
- 7) прогноз реакции геологической среды на техногенные воздействия и возможного ущерба, наносимого ей как в процессе нормальной работы, так и при аварийных ситуациях на объектах Биатлонного комплекса.

Осуществление и, соответственно, структура мониторинга ПТС «Биатлонный комплекс» имеют свои особенности (рис. 8). Основу его структуры составляет автоматизированная информационная система.

#### **Проект системы пунктов мониторинга ПТС «Биатлонный комплекс»**

При проектировании сети пунктов мониторинга в пределах ПТС «Биатлонный комплекс» реализуется принцип, вытекающий из определения категории устойчивости геологической среды в области взаимодействия ПТС «Биатлонный



комплекс». При прочих одинаковых условиях эти пункты должны размещаться в местах, характеризующихся высокой степенью опасности.

При проведении мониторинга развития опасных природных и техноприродных процессов в ПТС «Биатлонный комплекс» контролируются:

1) факторы, влияющие на состояние геологической среды:

- температура воздуха,
- количество и характер атмосферных осадков,
- характер поверхностного стока,
- угол наклона склона,
- характер природных процессов, таких как оползнеобразование, оврагообразование, в пределах лыже-роллерных разминочных трасс, стрельбища и огневого рубежа;

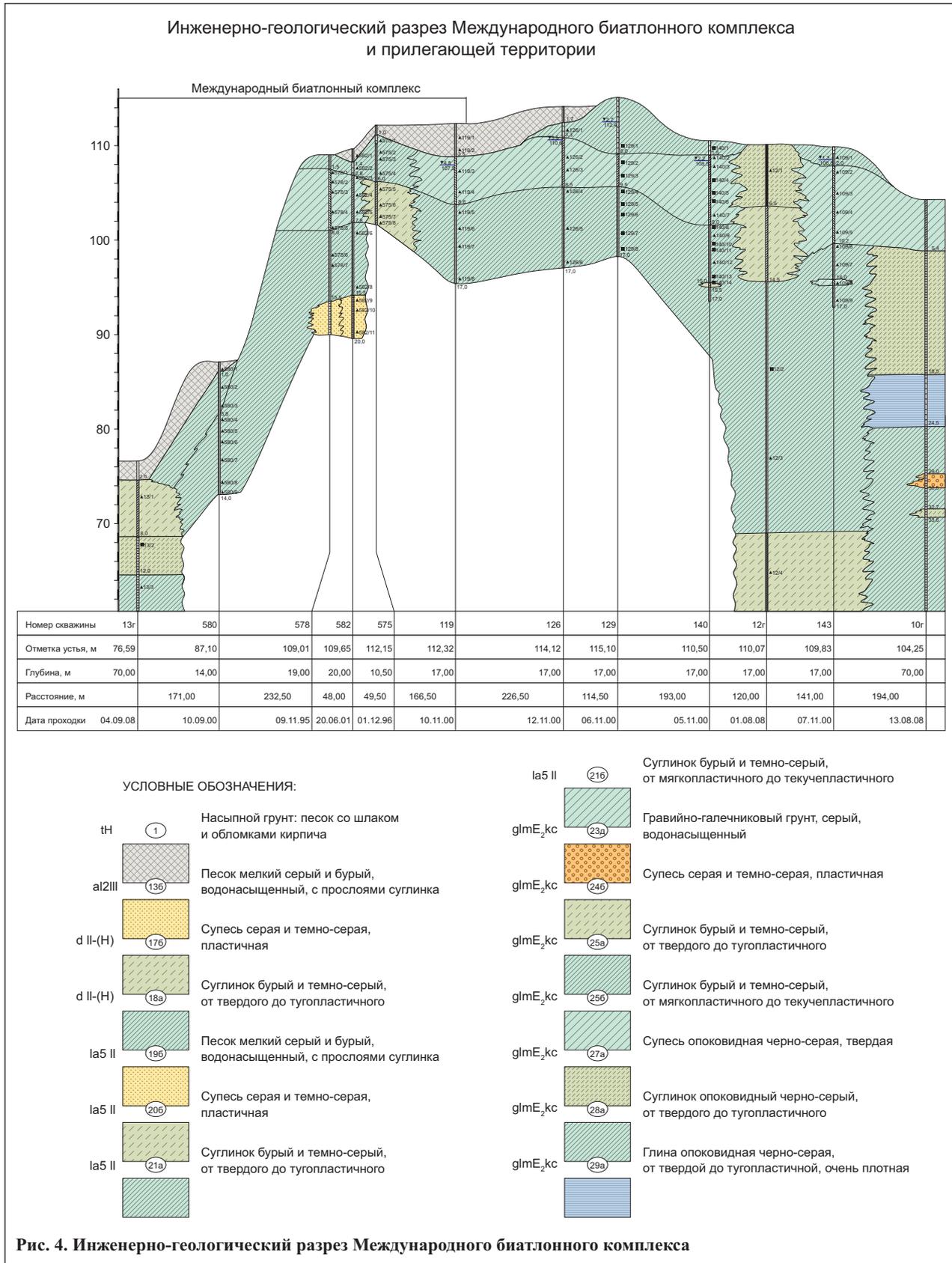
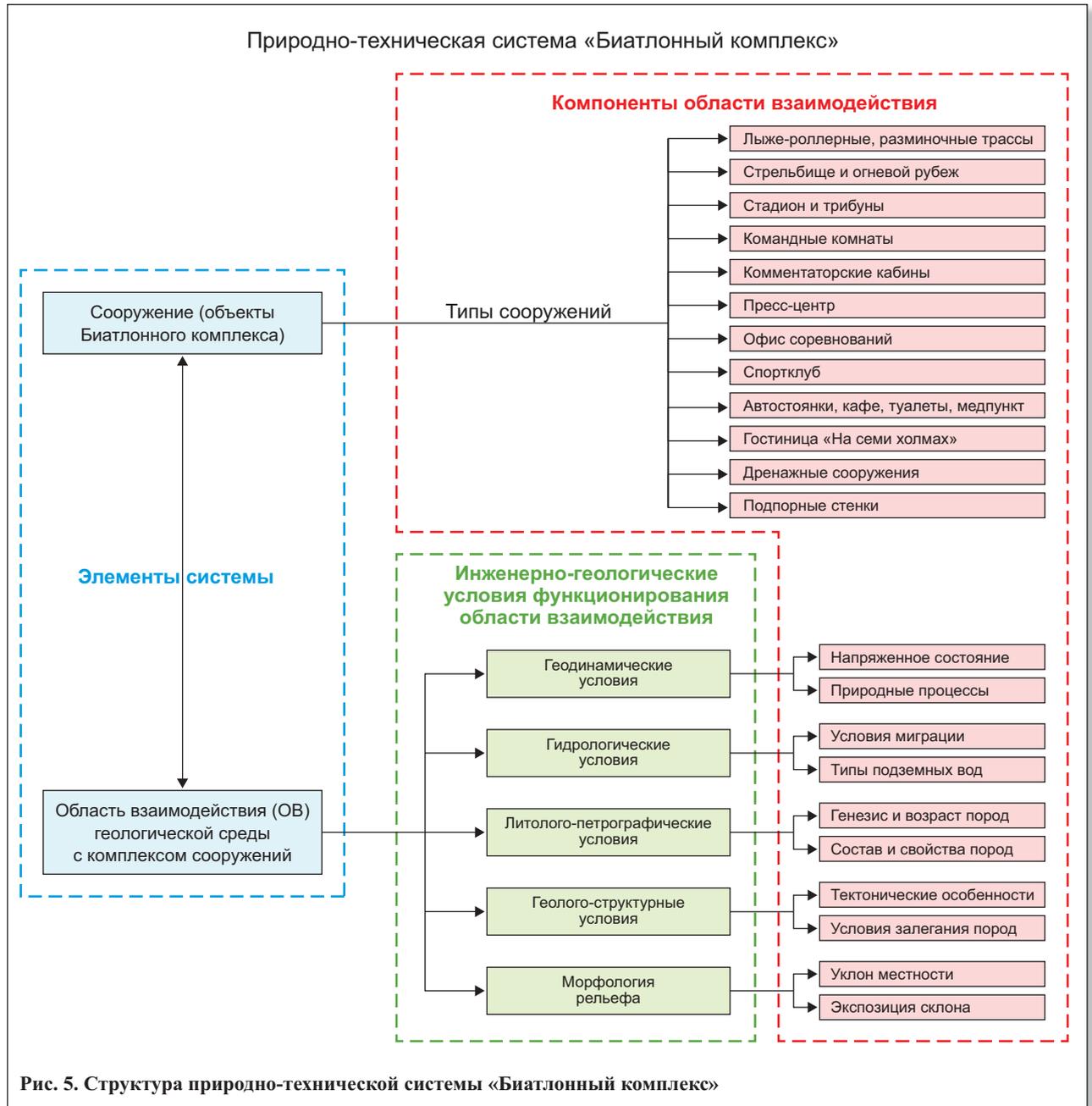


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез Международного биатлонного комплекса



2) состояние элементов подпорных стенок, дренажей, гостиницы, лыже-роллерных разминочных трасс:

- вертикальные и горизонтальные перемещения (фиксируемые инструментально);
- трещины в стенах и фундаментах, перекосы проемов, крены зданий, трещины и понижения покрытий дорог, изгибы труб (обнаруживаемые визуально).

Мониторинг выполняется на ключевых участках, определенных по карте районирования, учитывая возможность развития опасных природных и техноприродных процессов. Для наблюдений на стационарных постах используются геодезические инструментальные методы. С этой целью оборудуется реперная сеть, устанавливаются стенные (на подпорных стенках) деформационные марки. Количество реперов и расстояния между ними должны быть такими, чтобы обеспечить возможность измерения вертикальных и горизонтальных перемещений. При этом



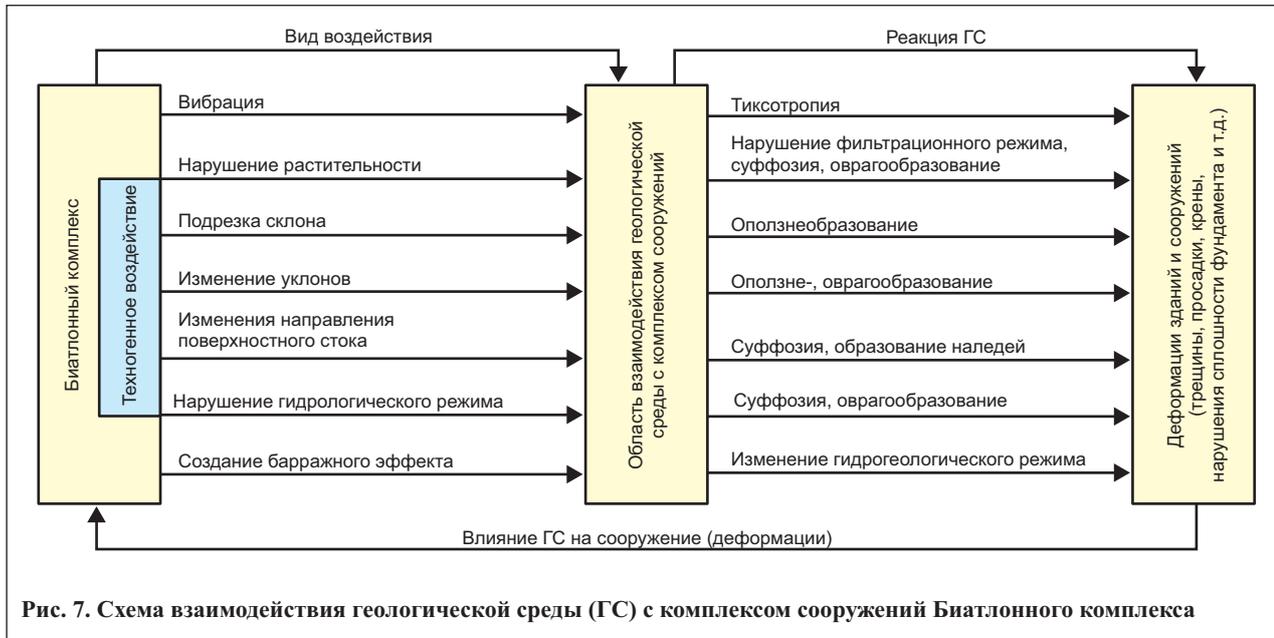


Рис. 7. Схема взаимодействия геологической среды (ГС) с комплексом сооружений Биатлонного комплекса

реперов в каждом пункте должно быть не меньше трех, а расстояние от репера до точки измерения не должно превышать 100 м. Измерения необходимо проводить в периоды весеннего и осеннего паводков с частотой 1 раз в 2 недели, а в зимний и летний периоды — 1 раз в месяц.

В зимний период необходимо контролировать распределение снежного покрова на стационарных постах. Для этой цели должны быть установлены снегомерные рейки.

Одним из основных методов наблюдений является маршрутное обследование как самого Биатлонного комплекса, так и прилегающих к нему территорий. Частота обследования — 1 раз в месяц. В процессе маршрутного обследования фиксируются все изменения на трассе, определяются места образования наледей.

Структура наблюдений при проведении мониторинга оптимизируется по мере накопления со-

ответствующей информации. Если результаты инструментальных или визуальных замеров будут указывать на отсутствие негативных процессов, то возможно уменьшение объектов и дискретности измерений. А при интенсификации подобных процессов объем наблюдений будет необходимо расширить. Наблюдения должны осуществляться в строгом соответствии с разработанной схемой и графиком проведения замеров.

**Выводы**

- 1) В структуре обоснованного принятия управляющих решений при проектировании, строительстве и эксплуатации ПТС, расположенных в пределах крутых склонов, особую роль играют компоненты инженерно-геологических условий и характеризующие их параметры, которые определяют причины, условия форми-

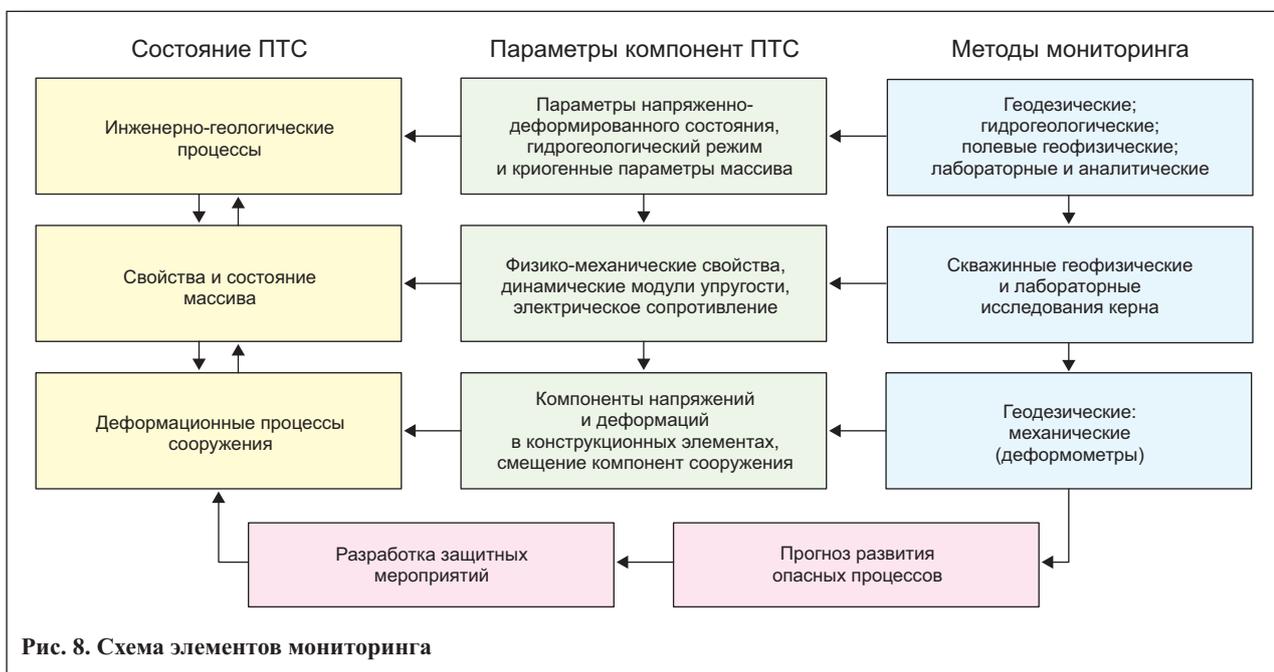


Рис. 8. Схема элементов мониторинга



рования процессов, закономерности и прогноз их развития, а также нормальное функционирование ПТС.

- 2) Наиболее эффективным, определяющим возможность предупреждения аварий и катастроф в сложившейся ПТС на всех этапах ее функционирования, является комплексный мониторинг, включающий в себя системы наблюдений за компонентами геологической среды и состоянием инженерных сооружений.
- 3) При проектировании сети пунктов мониторинга в пределах ПТС «Биатлонный комплекс», функционирующей в сложных ландшафтно-климатических и инженерно-геологических условиях с интенсивным развитием природных и техноприродных процессов, необходимо учитывать принцип, вытекающий из определения категории устойчивости геологической среды. При прочих одинаковых условиях эти пункты должны размещаться на участках пересечения лыжероллерных трасс с оврагами, оползнями, активной плоскостной эрозией, а также участках закрепления склонов подпорными стенками. ♣

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абатурова И.В.* Небоскребы. Урал Приполярный // Югра. 2008. № 2. С. 44.
2. *Абатурова И.В.* Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей: монография. Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2011. 225 с.
3. *Бондарик Г.К., Чан Мань Л., Ярз Л.А.* Научные основы и методика организации мониторинга крупных городов: монография. М.: Изд-во ОАО «ПНИИИС», 2009. 260 с.
4. *Королев В.А.* Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. М.: КДУ, 2007. 424 с.
5. *Пендин В.В.* Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии. М.: КДУ, 2009. 354 с.
6. *Трофимов В.Т., Шeko А.И., Федоренко В.С.* Долговременные прогнозы проявления экзогенных геологических процессов. М.: Наука, 1985. 152 с.

### 30 ноября 2012 г. на 84-м году жизни скончался Л.С. Амарян

**Амарян Лено Самвелович** родился 18 марта 1925 г. Окончил механический факультет Московского торфяного института в 1952 г. по специальности инженер-механик. По окончании института был направлен на Орехово-Зуевский завод «Торфмаш», где работал начальником литейного цеха, главным инженером, а затем директором.

В 1956 г. поступил в аспирантуру Торфяного института в г. Калинин, ныне г. Тверь, куда перешел работать ведущим конструктором НИСа. В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию.

С 1961 по 1964 гг. работал начальником НИСа Торфяного института (переименованного в Политехнический). С 1964 по 1966 гг. — старший научный сотрудник Калининского политехнического института.

В 1967 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Структурно-механические свойства торфяных залежей», получив степень доктора технических наук.

В 1968 г. по конкурсу был зачислен на должность заведующего Кафедрой конструкций и сооружений Калининского политехнического института, и в том же году получил звание профессора. В 1973 г. им была организована новая кафедра «Основания и фундаменты».

С 1976 г. и до дня своей кончины Л.С. Амарян работал в ПНИИИСе в должности зав. отделом техники и технологий инженерных изысканий.

Л.С. Амарян — один из ведущих ученых в области структурно-механических свойств торфяных грунтов, награжден золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ СССР. Л.С. Амарян автор 41 изобретения, более 200 научных трудов. Им опубликовано 3 крупных монографии в т.ч. «Прочность и деформируемость торфяных грунтов» (1969), «Свойства слабых грунтов и методы их изучения» (1990, на англ. языке, издательство «BALKEMA»). Им подготовлено свыше 35 кандидатов и докторов наук. Он являлся руководителем и участником разработки 20 нормативных документов, стандартов и рекомендаций по структурным свойствам слабых грунтов, широко используемых до настоящего времени изыскательскими организациями страны.

Имел правительственные награды. Медаль «За доблестный труд», медаль «Ветеран труда», медаль «В ознаменование 850-летия г. Москвы». За многолетний плодотворный труд и в связи с семидесятилетием, Л.С. Амаряну в 1999 г. было присвоено звание «Почетный строитель России».