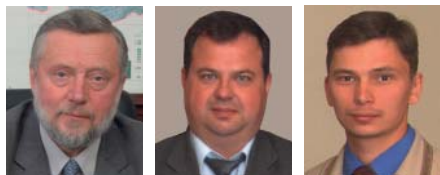


# Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) в железнодорожных тоннелях Олимпийской трассы

**К. П. БЕЗРОДНЫЙ**, докт. техн. наук, заместитель генерального директора по научно-исследовательской работе ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»,

**И. В. КУЛЬГИН**, начальник отдела автоматики, телемеханики и связи ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»,

**М. О. ЛЕБЕДЕВ**, канд. техн. наук, заведующий лабораторией научно-исследовательского отдела ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»



**В настоящее время дирекция по комплексной реконструкции железных дорог и строительству объектов железнодорожного транспорта — филиал ОАО «РЖД» (ДКРС ОАО «РЖД») начинает строительство совмещенной (автомобильной и железной) дороги Адлер — нижняя станция горнолыжного курорта «Роза Хутор», необходимой для организации пассажирского сообщения при проведении в 2014 году Зимних Олимпийских игр и дальнейшего развития Сочи как горно-климатического курорта.**

ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» в настоящее время ведет разработку проектной документации по всем разделам в части железнодорожных и автодорожных тоннелей. В частности разрабатывается комплекс устройств автоматики, сигнализации и связи (АСС) для шести железнодорожных тоннелей Олимпийской трассы. При этом для решения задач диспетчерского контроля и управления технологическими процессами в тоннелях из железнодорожного ситуационного центра на станции Адлер предусматривается внедрение на железнодорожных тоннелях системы АСУ ТП.

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) функционирования тоннелей обеспечивает:

- непрерывный контроль ситуации в транспортной зоне тоннелей и диагностику оборудования технологических систем электроснабжения, освещения, вентиляции, водоотливных установок;
- диспетчерское управление исполнительными устройствами технологических систем непосредственно с рабочих мест диспетчеров АСУ ТП, включающих в себя дублированные АРМ и выносное видеотабло в ситуационном центре (рис. 1);

- реализацию функций «черного ящика», фиксирующего действия операторов и состояние управляемых устройств.

Телеизмерению подлежат температура и влажность воздуха, скорость и направление воздушного потока, содержание CO в атмосфере тоннеля. Устройства удаленного ввода-вывода устанавливаются в непосредственной близости от объектов управления — в камерах транспортной части тоннелей и в припортовых аппаратных АСС.

Информация собирается в дублированном коммутаторе, расположенном в шкафу АСУ ТП, находящемся в аппаратной АСС ситуационного центра и передается на дублированные АРМ, находящиеся на рабочем месте диспетчеров АСУ ТП.

АСУ ТП включает четыре функциональные подсистемы:



**Рис. 1. Рабочее место диспетчера АСУ ТП**

- подсистема автоматизированного управления технологическими устройствами (АУТ);
- подсистема информационного обеспечения и диагностики (ИОД) технических средств, включая протоколирование работы технических средств и действий оперативного персонала;
- информационно-советующая (ИС) подсистема для организации работы диспетчера в нормальном режиме и при выходе из аварийных ситуаций;
- подсистема нормативно-справочной и статистической информации (НС).

Подсистема автоматизированного управления технологическими устройствами обеспечивает:

- управление вентиляторами по одному из заранее запрограммированных режимов. Выбор конкретного режима определяется в зависимости от направления и скорости ветра у порталов, содержания CO и NO<sub>2</sub> в воздухе тоннеля. Дополнительный режим устанавливается при срабатывании системы автоматической пожарной сигнализации в тоннеле;
- индикацию диспетчеру о параметрах режима работы оборудования, скорости и направлении движения воздуха, содержание CO и NO<sub>2</sub> в воздухе тоннеля;
- управление и контроль устройствами электроснабжения;
- индикацию данных о работе оборудования сети освещения;
- управление и контроль за работой насосных установок и задвижек на пожарном трубопроводе;
- информацию от датчиков геотехнического мониторинга.

Подсистема информационного обеспечения и диагностики технических средств обеспечивает:

- контроль неисправностей технических средств, входящих в АСУ ТП;
- диагностику технических средств;
- индикацию данных о работе оборудования и учете расхода электроэнергии в системе электроснабжения;
- протоколирование работы технических средств и действий оперативно-го персонала.

Информационно-советующая подсистема обеспечивает выдачу на АРМ диспетчера:

1) рекомендаций для конкретных ситуаций:

- пожар в тоннеле;
- выход из строя вентустановки;
- выход из строя пожарных насоса, задвижки;
- пропадание напряжения на фидерах 10 кВ в трансформаторных подстанциях.

2) приказов и инструкций.

3) справочной информации:

- вывод оборудования в ремонт;
- вывод оборудования в резерв;
- передачу дискретных, аварийных событий с регистрацией текущего времени.

Подсистема нормативно-справочной и статистической информации обеспечивает:

- индикацию нормативной и справочной информации о технических средствах тоннеля;
- формирование статистических данных о работе технических средств системы и диспетчерского персонала.

Система строится по двухуровневой структуре управления:

- верхний уровень — ситуационный центр;
- нижний уровень — устройства местного управления в тоннелях.

Связь между уровнями управления по оптическому кабелю.

Предусматривается применение стандартных интерфейсов и протоколов связи, применяемых в сетях передачи данных.

Система проектируется для работы в автоматизированном режиме с участием операторов (включенных в контур управления) и пользователей (получателей информации без возможности управления).

Система обеспечивает:

- выдачу диспетчеру оперативной информации о:
  - работе вентиляции и насосных установок;
  - наличии вредных примесей в воздушной среде тоннеля;
  - работе фидеров электроснабжения и освещения;

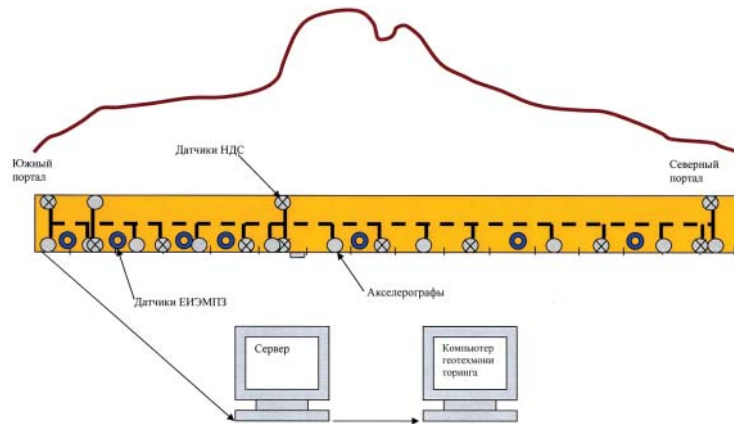


Рис. 2. Схема системы геотехнического мониторинга в составе АСУ ТП

- работе пожарных насосов. — реализацию функции «черного ящика», фиксирующего действия операторов и состояние управляемых устройств.

— три режима управления:

- автоматизированный — с АРМ диспетчера;
- автоматический — под контролем диспетчера.

При этом сохраняется возможность местного управления непосредственно на объекте в тоннеле — нижний уровень, не входящий в АСУ ТП.

Система предусматривает возможность ввода и отображения информации, предназначенной для использования операторами — пользователями системы.

Для предоставления диспетчеру необходимой информации о ситуации в тоннелях предусматривается контроль наличия вредностей и параметров микроклимата.

Датчики контроля параметров воздушной среды устанавливаются на замерных станциях в транспортной зоне тоннеля.

Для измерения CO, NO<sub>2</sub> используются датчики OLCT60.

Датчики CO имеют диапазон измерения 0–300 ppm, датчики NO<sub>2</sub> имеют диапазон измерения 0–30 ppm.

Для измерения скорости и направления движения воздуха используются датчики Thies Clima 4.3865.00.340 с диапазонами:

- скорости 0...20 м/сек;
- направления 1...181 градус.

Для измерения температуры и относительной влажности устанавливаются датчики типа ИПТВ-206-1-М1-01-80-0...50-К.

Датчики температуры имеют диапазон измерения от –40 до +110 градусов Цельсия. Датчики влажности имеют диапазон измерения от 5–98%.

Одной из важнейших задач диспетчерского контроля в тоннелях является геотехнический мониторинг.

Геотехнический мониторинг при эксплуатации тоннелей направлен на безопасную эксплуатацию транспортных тоннелей, фиксирования негативных (техногенных и природных) воздействий на тоннели и определения качественных и количественных показателей их влияния на обделку.

Для достижения поставленной цели должны контролироваться следующие параметры (рис. 2):

- сейсмоконтроль;
- геодинамическая активность вмещающего массива методом определения ЕЭМИ;
- напряженно-деформированное состояние обделки.

Сигналы от сейсмодатчиков, датчиков измерения ЕЭМИ и измерения НДС по оптоволоконной линии связи передаются на АРМ диспетчеров АСУ ТП.

Сейсмоконтроль предусматривает установку сейсмометрического оборудования в тоннелях с регистрацией колебаний при действии сейсмодолны.

Приборы регистрации сейсмических событий устанавливаются в тоннеле на участках, где возможные проявления сейсмических воздействий предполагаются наиболее существенными. Это участки, примыкающие к границам зон разломов (тектонических зон (ТЗ)), а также срединные места этих зон. Там, где участки имеют незначительное развитие в направлении оси тоннеля, сейсмоприемники устанавливаются на границах этих зон.

По специальной программе акселерограммы пересчитываются в напряжения и деформации обделки. Неразрушающий контроль состояния конструкций тоннелей осуществляется с помощью записи микросейсм природного и техногенного происхождения и фиксации собственных периодов колебаний тоннеля и коэффициентов затухания.

Постоянный оперативный контроль сейсмостойкости сооружений тоннеля осуществляется путем сопоставления

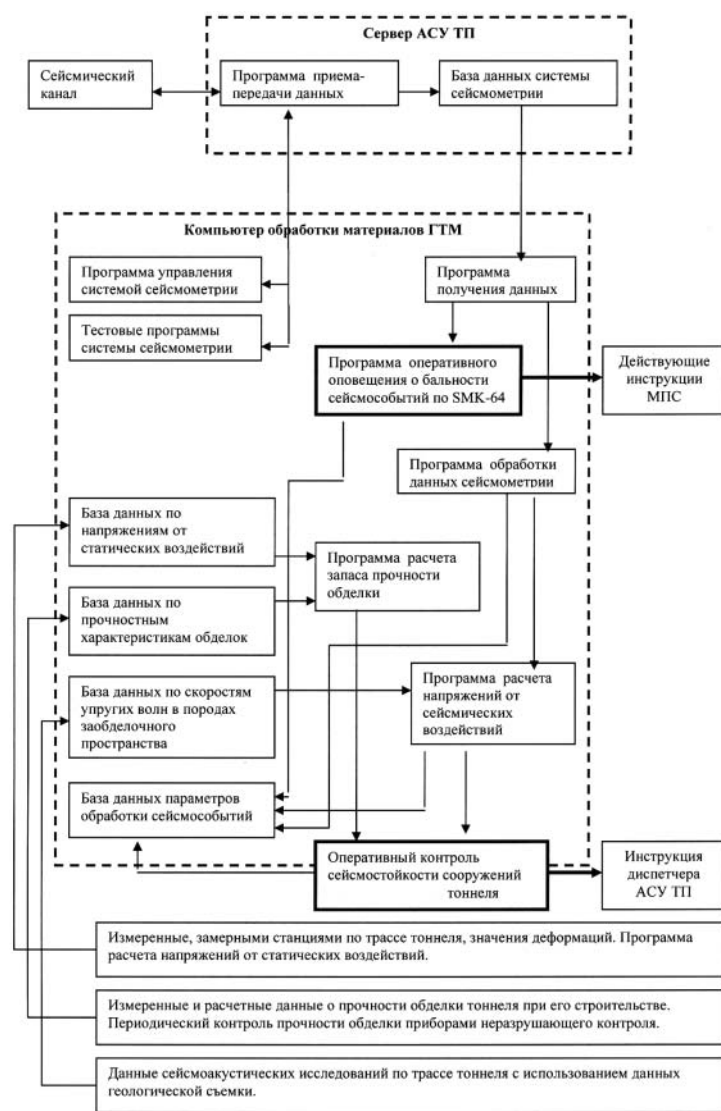


Рис. 3. Блок-схема структуры программного обеспечения системы геотехнического мониторинга

измеренных параметров с критериальными, делящимися на 3 уровня:

- допустимые;
- предельно допустимые;
- критические.

На основании анализа частотного и динамического диапазонов, необходимых для регистрации землетрясений инженерно-сейсмометрической станцией и задач сейсмического мониторинга на тоннелях, можно определить минимальные требования к техническим характеристикам системы.

*Число каналов — не менее 60 с возможностью расширения;*

*Разрядность АЦП — не менее 24;*

*Частотный диапазон — 0.1–15000 Гц;*

*Привязка к абсолютному времени — 0.01 с.*

Получаемые данные служат основой оперативного контроля напряженно-деформированного состояния сооружения, находящегося под воздействием землетрясений и определения по за-

данному критерию степени сейсмической опасности.

Для мониторинга за геодинамическим (напряженным) состоянием массива применен метод, основанный на регистрации естественных импульсов электромагнитного поля Земли (ЕИМПЗ).

Метод контроля основан на аномальном изменении магнитной составляющей электромагнитного излучения (ЕЭМИ) горных пород в местах изменения геомеханических напряжений и сдвижения пород по контактам блоков (поверхностям скольжения).

Для регистрации параметров ЕЭМИ в тоннелях устанавливаются датчики, выносные приемные модули (АЦП).

Данные регистрируемых показателей анализируются в компьютерном комплексе с помощью прикладной программы после их передачи системой АСУ ТП в компьютер. В качестве показателя сте-

пени геодинамической активности будут использованы осредненные значения контролируемых параметров. По сочетанию параметров будет определяться категория устойчивости участков тоннелей на каждый цикл измерений.

Для контроля напряженно-деформированного состояния обделки при строительстве тоннеля в нее закладывается контрольно-измерительная аппаратура. Места размещения контрольно-измерительной аппаратуры принимаются в соответствии с инженерно-геологическими условиями: в интервалах неустойчивых пород и тектонически нарушенных участках. Так же, для определения фоновых значений, датчиками оборудуются места с устойчивыми породами и максимальной глубиной заложения тоннеля.

В каждом сечении тоннеля, оснащенном датчиками, устанавливается портативный прибор (ТСД) для выполнения измерений по датчикам и передачи результатов измерений через систему АСУ ТП на компьютерный комплекс для обработки результатов и сопоставления с расчетными значениями.

В качестве основного критерия безопасного состояния обделки служат величины нормальных тангенциальных напряжений на внутреннем и внешнем контуре обделки, которые сравниваются с расчетными величинами.

Все контролируемые параметры заносятся в базу данных и сопоставляются между собой (рис.3).

Действия автоматической системы оповещения и действия обслуживающего персонала после обработки комплексом программ каждого контролируемого параметра геотехнического мониторинга подчиняются разработанным инструкциям.

В заключение следует отметить, что применительно к железнодорожным тоннелям Олимпийской трассы практически впервые в России указанные системы автоматизации технологической обстановкой, а также возможности централизованного контроля и управления в ситуационном центре будут реализованы в описанных объемах.



ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»

191002, Санкт-Петербург,

ул. Большая Московская, 2

lngt@lenmetro.ru

Тел.: (812) 316-20-22

Факс: (812) 712-52-52