

УДК 631.67.03:627.157

UDC 631.67.03:627.157

МОНИТОРИНГ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

MONITORING INTENSE THE DEFORMED CONDITION HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS MELIORATIVE SYSTEMS

Волосухин Виктор Алексеевич
д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, член ISSMGE, заведующий кафедрой «Строительная механика»
ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия», Новочеркасск, Россия
тел. служебный: (8635) 25-05-25, факс: (8635) 26-60-26, e-mail: volosukhin@yandex.ru.

Volosoukhin Viktor Alekseevich
Dr.Sci.Tech., professor, Honored worker of science of Russian Federation, member of ISSMGE, Head of the department of «Construction mechanics»
FGBOU VPO «Novochoerkassk state meliorative academy», Novochoerkassk, Russia
Phone office: (8635) 25-05-25, a fax: (8635) 26-60-26, e-mail: volosukhin@yandex.ru.

Приводятся результаты эксплуатационного мониторинга длительно эксплуатируемых ГТС мелиоративных систем неразрушающими методами контроля. Особенно отмечается возможность применения приборов неразрушающего контроля при обследовании гидротехнических сооружений, на примере водопроводящих каналов, что позволяет оперативно, без дополнительных повреждений, получать объективную оценку их технического состояния. При использовании данного подхода появляется возможность обоснование параметров дефектов и повреждений, которые невозможно установить при визуальном осмотре. Также представлен программный комплекс для моделирования технического состояния водопроводящих каналов для расчёта прогнозируемого срока их службы

Results of operational monitoring are given is long maintained GTS of meliorative systems with nondestructive control methods. Possibility of use of devices of nondestructive control is especially noted at inspection of hydraulic engineering constructions, on an example of water carrying out channels that allows operatively, without additional damages, to receive an objective assessment of their technical condition. When using this approach, there is a possibility justification of parameters of defects and damages, which is impossible to establish at visual survey. The program complex for modeling of a technical condition of holding channels for calculation of predicted term of their service is also presented

Ключевые слова: МОНИТОРИНГ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ, ЗОНДИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБЛИЦОВОК, КОРРОЗИИ БЕТОНА

Keywords: MONITORING, HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS, SAFETY, DURABILITY, STABILITY, DURABILITY, SOUNDING OF FERRO-CONCRETE FACINGS, CONCRETE CORROSION

Общей целью проведения эксплуатационного мониторинга технического состояния ГТС мелиоративных систем являются выявление ухудшения степени физического износа, причин, обуславливающих их состояние, фактической работоспособности элементов и разработка мероприятий по обеспечению их различных эксплуатационных параметров, а также описание технического состояния.

Преобладающими аварийными дефектами являются полное разрушение отдельных элементов водопроводящих каналов, образование дефек-

тов, нарушающих нормальную работу конструкции данного сооружения; нарушение стыковых соединений, а также разрушение зон опирания [1].

В процессе визуального осмотра, прежде всего, следует обращать внимание на внешние признаки элементов водопроводящих каналов, вызывающих наибольшее опасения. На данном этапе обследования имеется возможность классифицировать степень разрушения по внешним признакам элемента сооружения (например, полное разрушение элемента). Для определения фактического состояния сооружения (размеры дефектов, степень потери несущей способности вследствие циклов замораживания и оттаивания).

На долговечность железобетонных элементов водопроводящих каналов существенное влияние оказывают величина защитного слоя бетона и наличие на нём дефектов – раковин, пор, трещин и т.д. Защитный слой предохраняет арматуру от доступа влаги, кислорода, агрессивных веществ и газов. Арматурные стержни, имеющие небольшой защитный слой или значительные дефекты в нём, подвергаются коррозии в первую очередь [2].

С целью установления фактической прочности бетона железобетонных облицовок, они были обследованы методом ударного импульса электронным измерителем прочности бетона. Места измерений были привязаны к георадарным обследованиям для определения прочности бетона в характерных точках профилей.

Обработка результатов зондирования железобетонных облицовок представлена рисунками. Так на рисунках 1 и 2 показан фрагмент георадарного зондирования по оси канала включающий в себя 7 железобетонных облицовок, где произведено обследование участка канала на характерные дефекты и повреждения в результате эксплуатации. На рисунке 1 видны образования раковин и отслоений бетона на 4, 5 и 7 плитах, а также образование трещин на стыке между 4 и 5 плитами.

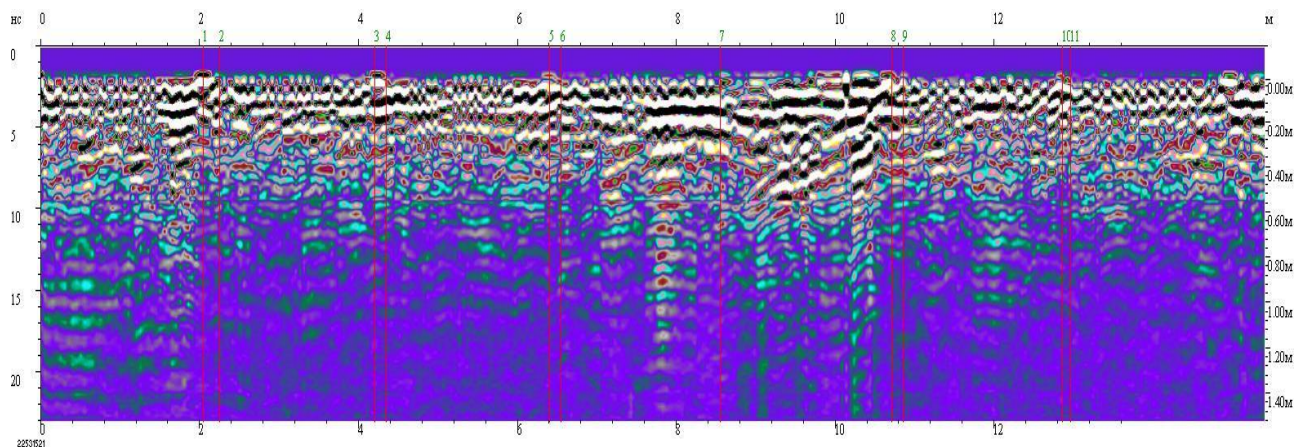


Рисунок 1 - Профиль №1 по оси водопрводящего канала включающий в себя 7 железобетонных облицовок

На рисунке 2 произведено выделение разуплотнении грунта под железобетонной облицовкой №5 и 7, а также проседание основания на стыке между №4 и 5 плитами. Плиты №1, 2, 3 и 6 находятся в удовлетворительном состоянии и могут эксплуатироваться в дальнейшем.

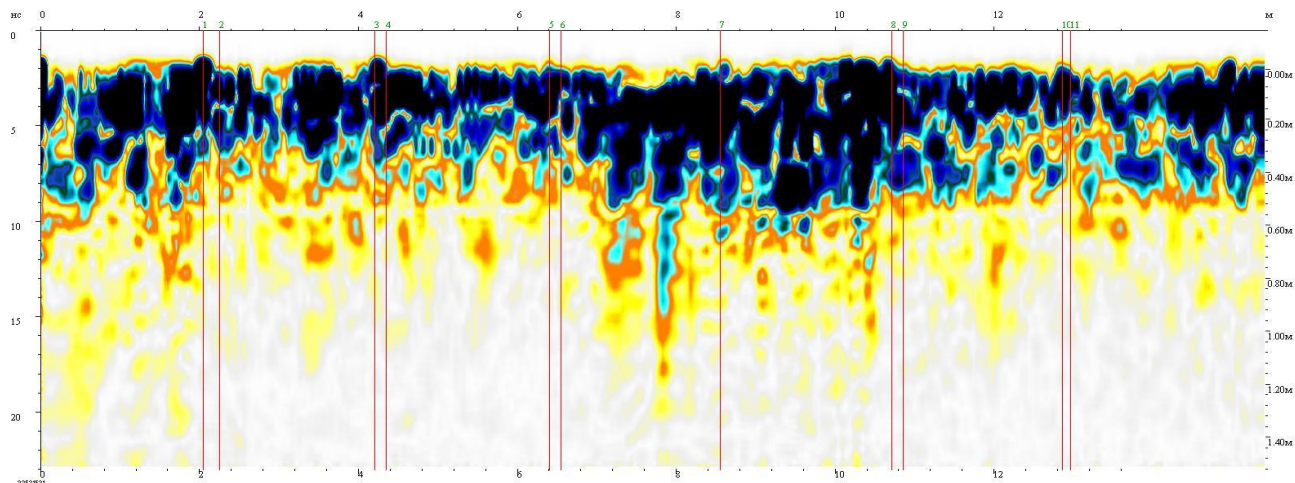


Рисунок 2 - Профиль №1 по оси канала включающий в себя 7 железобетонных облицовок с выделенными пустотами

На рисунке 3 представлен профиль №2 по оси канала включающий в себя 5 железобетонных облицовок и произведено выделение арматуры, где №2 и 4 плита находятся в удовлетворительном состоянии, отчетливо

просматривается арматурная сетка, нет раковин и трещин в бетоне окружающим её. Плита №3 находится в неудовлетворительном состоянии, произошло разрушение, и разуплотнение защитного слоя бетона образуются раковины и коррозия бетона в местах соприкосновения плиты с основанием.

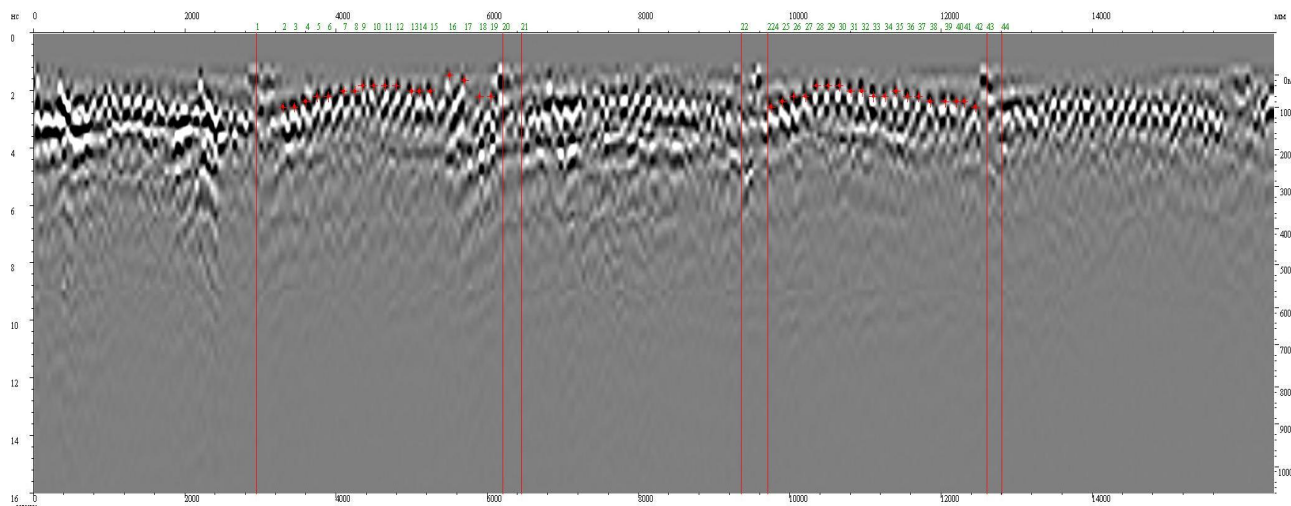


Рисунок 3 - Профиль №2 по оси канала включающий в себя 5 железобетонных облицовок с выделенной арматурой

Для получения полных данных было произведено геоадаптивное зондирование по ширине канала, а именно его стенок как наиболее подверженных разрушению вследствие соприкосновения с водой. На рисунке 4 представлен профиль №3 по ширине канала включающий в себя 4 железобетонные облицовки. Отчётливо видно смешение слоёв диэлектрической проницаемости зондируемой среды посередине профиля, где происходит разрушение защитного слоя бетона как снаружи, так и с места опирания плиты на основании вследствие проникновения воды, а также коррозия арматуры.

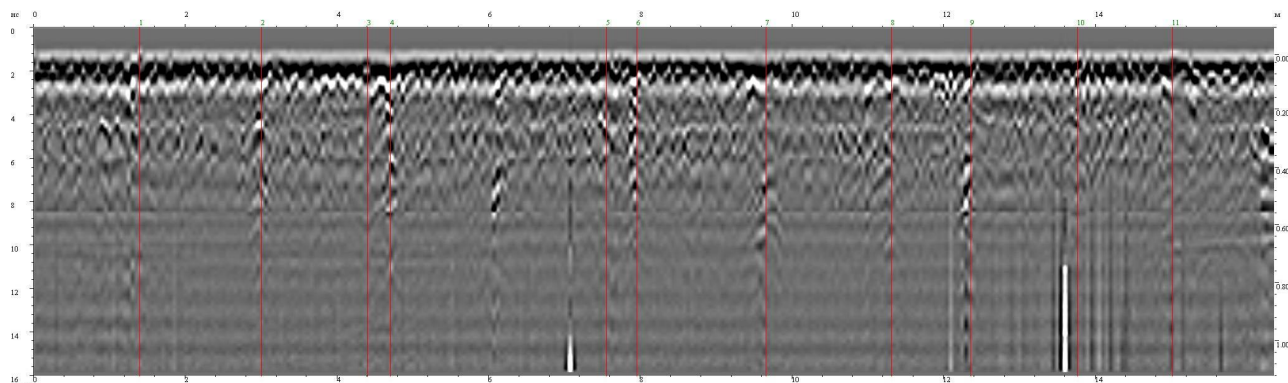


Рисунок 4 - Профиль №3 по ширине канала включающий в себя 4 железобетонные облицовки

На рисунке 5 представлен профиль №4 по ширине канала включающий в себя 5 железобетонные облицовки с выделением арматуры. Плиты №3 и 4 находящиеся в соприкосновении с водой вышли из строя, и требуют немедленной замены. Видны отражения от арматуры, которая смещена и также нарушена арматурная сетка.

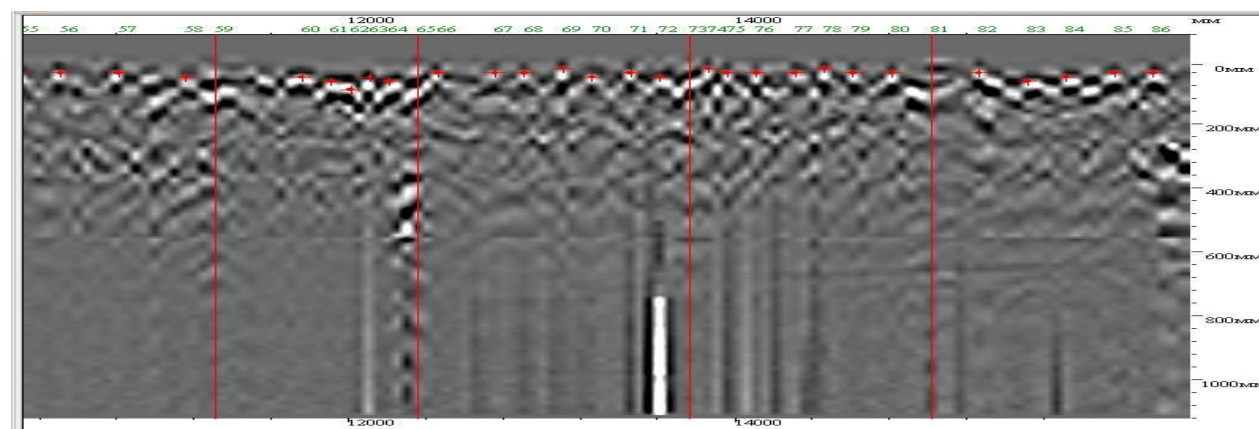


Рисунок 5 - Профиль №4 по ширине канала включающий в себя 5 железобетонные облицовки

Далее на рисунке 6 представлен профиль 5, который проходит по оси канала в месте соприкосновения с водой. Произведено выделение образовавшихся пустот и нарушений стыковых соединений между плитами. Видно, что на стыке между №3 и 4 плитами образовались раковины и про-

исходит коррозия бетона, а плита №6 имеет продольную трещину вследствие просадки основания под ней. Также происходит оголение арматурной сетки и её коррозия.

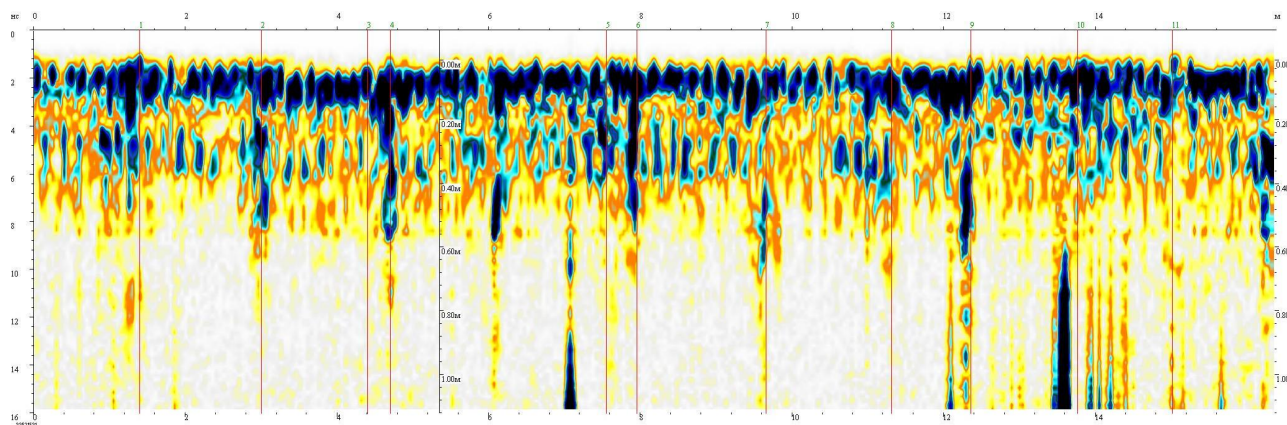


Рисунок 6 – Профиль №5 по оси канала включающий в себя 7 железобетонных облицовок с выделенными пустотами

Оценка технического состояния железобетонных облицовок оросительных систем произведенная неразрушающими методами, показала, что можно выявлять характерные дефекты и повреждения не видные при визуальном осмотре элементов сооружения. Так на примере профиля №4 выявлены плиты находящиеся в неудовлетворительном состоянии - №2 и 3 требующие немедленной замены, а №1 и 4 находятся в нормальном эксплуатационном состоянии.

Вовремя выявленные дефекты и повреждения способствуют нормальному эксплуатационному процессу сооружения в дальнейшем.

Водостойкость бетона характеризует его способность сопротивляться физико-химическому воздействию воды и зависит от растворимости гидратированных соединений, образующихся при твердении цементного камня. Понятие водостойкости неразрывно связано с водонепроницаемостью материалов и химическим составом омываемых вод.

Проведено моделирование элементов длительно эксплуатируемого водопроводящего канала на предмет образования и развития дефектов за время эксплуатации (рисунок 7).

На основании полученных данных сделан обобщенный анализ результатов исследований состояния длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений на фильтрационные процессы, циклическое замораживание и оттаивание. На основании зависимостей циклов замораживания и оттаивания от потери прочностных характеристик и фильтрации воды строилось математическое обеспечение программного комплекса.

Программный комплекс моделирования технического состояния водопроводящих сооружений предназначен для расчёта прогнозируемого срока их службы. С его помощью можно произвести прогнозирование суммарного количества циклов замораживания и оттаивания как прошедших за период эксплуатации, так и оставшихся до потери несущей способности железобетона. В среде комплекса предусмотрена возможность выполнить расчёт объёмов разрушений бетона.

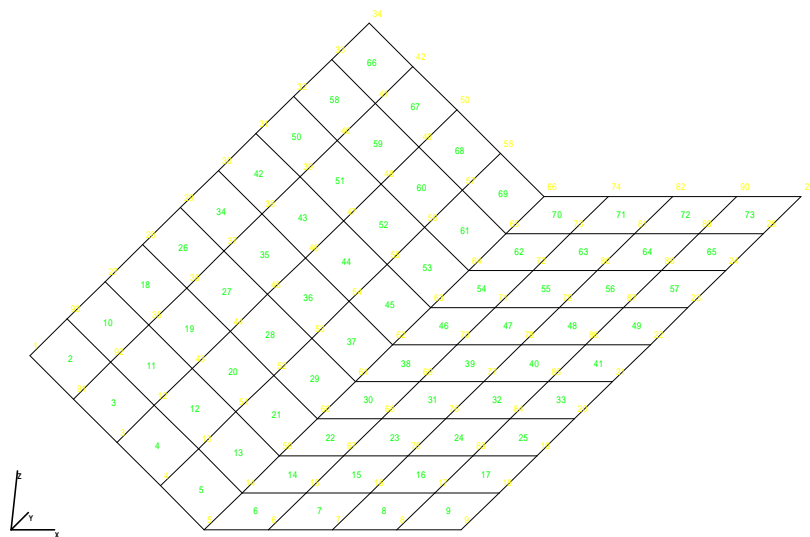


Рисунок 7 – Моделирование технического состояния железобетонной облицовки водопроводящего канала

В качестве исходных данных для создания программного комплекса моделирования использованы результаты проведенных визуальных наблюдений и натурных исследований.

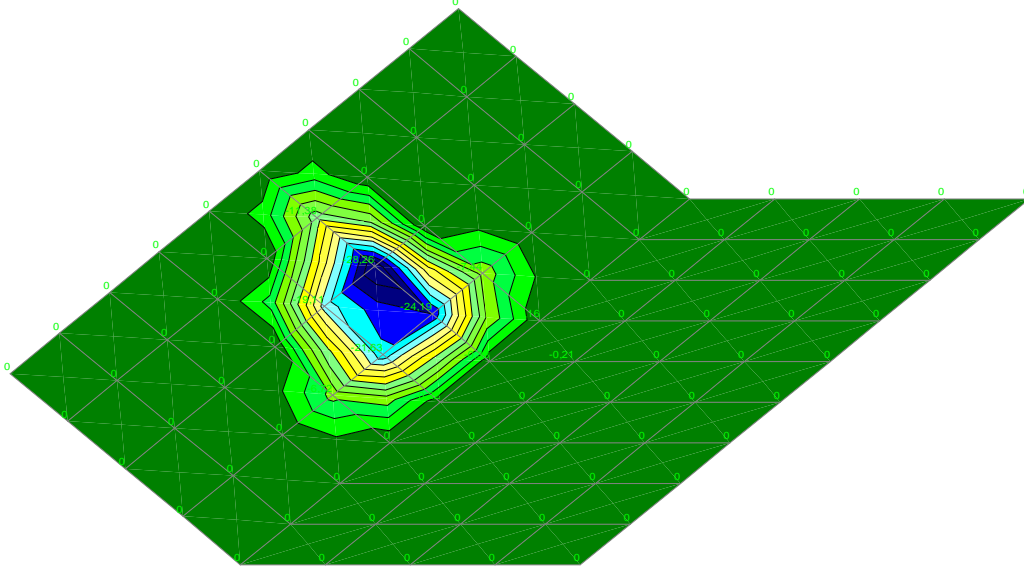


Рисунок 8 – Моделирование просадки железобетонной облицовки водопроводящего канала вследствие образования разуплотнения подстилающего грунта из-за фильтрации воды

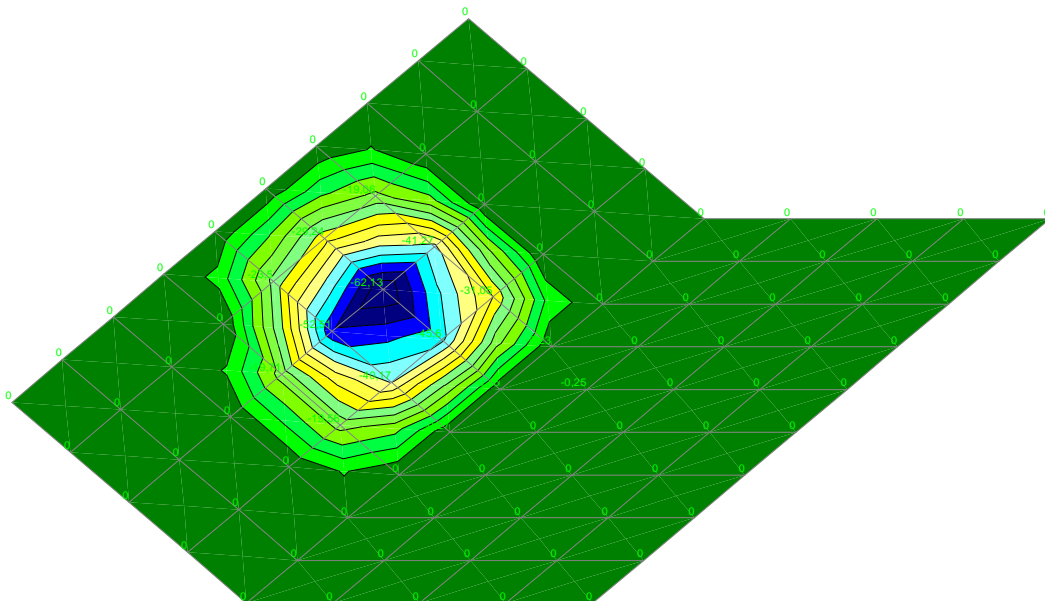


Рисунок 9 – Моделирование просадки и потери устойчивости железобетонной облицовки водопроводящего канала вследствие образования пустот из-за фильтрации воды

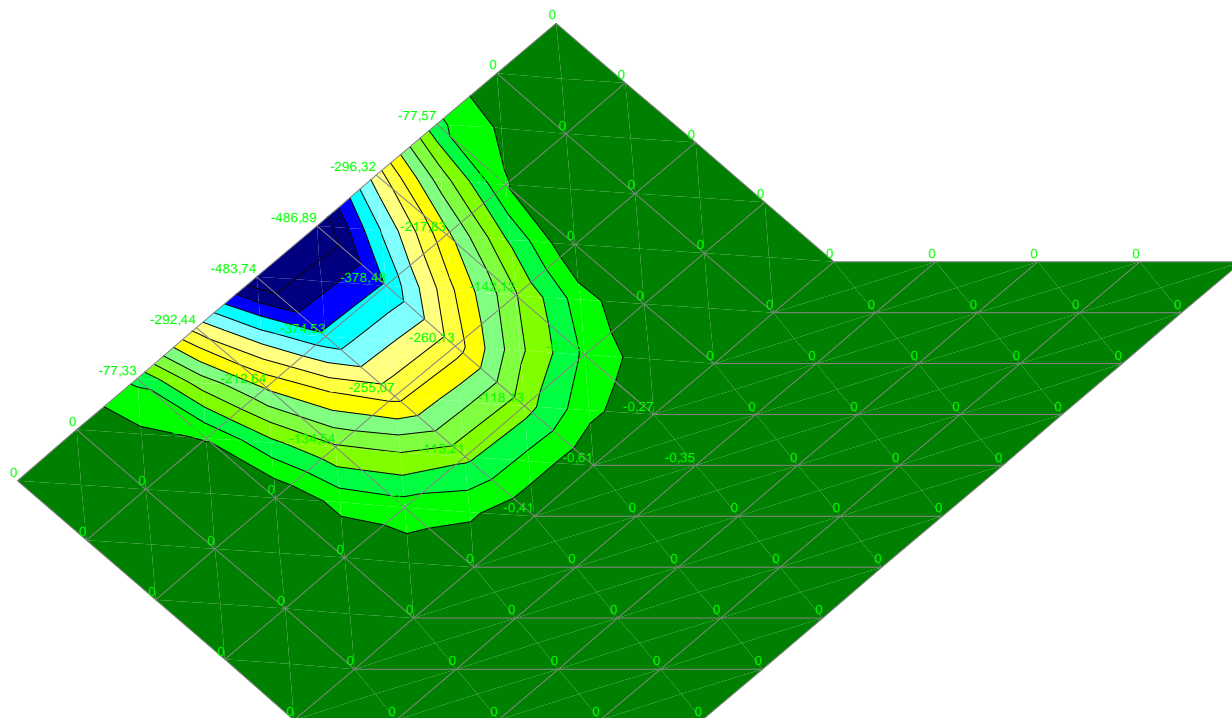


Рисунок 10 – Моделирование сползания железобетонной облицовки водопроводящего канала вследствие образования пустот из-за фильтрации воды

К ним относятся:

- результаты визуального осмотра элементов водопроводящих сооружений с выявлением характерных повреждений;
- геометрические параметры повреждения, полученные с помощью приборов неразрушающего контроля, а именно диаметр зоны повреждения, глубина зоны повреждения;
- данные $R_{сж}$ бетона, полученные по показаниям электронного измерителя прочности бетона.

Для проведения необходимых расчётов моделирования программный комплекс имеет в наличии информационно-справочные данные по элементам водопроводящих сооружений находящихся в эксплуатации [5].

Программный комплекс разработан с использованием системы управления базами данных (СУБД) Microsoft Access, проект Microsoft Access включающий следующие объекты: таблицы, формы, запросы, макросы и модули [6].

Использование данного программного продукта позволяет для каждого обнаруженного повреждения водопроводящего сооружения произвести оценку и прогнозирование суммарного напряженно-деформированного состояния.

ВЫВОДЫ

1. Национальный стандарт ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования» позволяет сформулировать основные требования к мониторингу ГТС (каналы, акведуки, дюкеры, гидротехнические туннели, регуляторы водосбросы, водоспуски на магистральных каналах, мостовые переезды и т.д.) мелиоративных систем.

2. Качественный мониторинг ГТС мелиоративных систем с использованием инструментальных методик и численных методов позволяет оценить изменение напряженно-деформированного состояния при различных сочетаниях постоянных, временных, кратковременных и особых нагрузок.

3. Анализ НДС отдельных ГТС мелиоративных систем юга России свидетельствует о высоком количестве сооружений с неудовлетворительным и опасным уровнем безопасности. Это объясняется недостаточностью выполняемых ремонтных работ, нерегулярностью уходовых работ, низкой квалификацией эксплуатационного персонала.

Литература

1. Волосухин В.А., Бандурин М.А. Расчёт и эксплуатационный мониторинг лотковых каналов оросительных систем [Текст]: Монография / Ростов н/Д: Южный федеральный университет, 2007.148с.

2. Федоров, В.М. Водопроводящие сооружения оросительных систем [Текст]: Монография / Новочерк. гос. мелиор. акад. – Новочеркасск: ООО НПО «ТЕМП», 2004. С.137-150.

3. Созаев, А.А. Подход к оценке уровня надежности облицованных каналов. // Проблемы мелиорации земель и воспроизводства почвенного плодородия: тез. Всерос. конф. / КубГАУ. – Краснодар, 2008. – С. 134-136.