

3. Разработка инструментария для реализации "виртуального" контроля состояния ЛЧМТ

В данной главе приведен анализ существующих систем, направленных на оценку долговечности и надежности трубопроводных систем. Поставлена задача о разработке алгоритма оценки времени до наступления предельного состояния, который не только позволяет учитывать влияние переменных нагрузок, заданных в начальный момент времени, но и учитывать изменения условий эксплуатации, что включает в себя и действия людей и изменение моделей переменных нагрузок и т.п. Также описана разработка структуры программно-аналитического комплекса, позволяющего реализовать "виртуальный" контроль состояния ЛЧ магистральных нефтегазопроводов.

3.1. Постановка задачи

Из описанных в первой главе систем можно сделать вывод, что ведется активная работа в области автоматизации контроля состояния и управления эксплуатационных параметров трубопроводного транспорта. Однако в большинстве случаев не приводится математического аппарата, который положен в основу систем, и сведений об адекватности моделей. Также не представлен единый алгоритм, позволяющей рассчитывать ВНПС трубопровода со сменами моделей расчета и произвольным сценарием эксплуатации.

Необходимо разработать структуру программно-аналитического комплекса, который позволил бы вести расчеты ВНПС при любых комбинациях режимов эксплуатации и событий на трубопроводе, которые могут включать в себя такие ситуации, как: проведение ремонтных работ, замена изоляции, выход из строя средств ЭХЗ и т.п., а также организовывать хранение, обработку и анализ результатов расчета. В рамках разработки программно-аналитического комплекса необходимо реализовать алгоритм,

реализующий ввод и обработку различных сценариев, описывающих события на трубопроводе, который позволит с учетом введенного сценария рассчитать время до наступления предельного состояния трубы.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Определить спектр событий, которые могут произойти во время эксплуатации трубы;
2. Согласовать используемую терминологию;
3. Определить типовые правила, которым должен соответствовать создаваемый комплекс;
4. Структурировать и разработать схему хранения исходных данных, а также результатов расчетов;
5. Разработать структурную схему программно-аналитического комплекса;
6. Разработать алгоритм, который позволил бы реализовывать любую последовательность событий на трубопроводе, при этом, чтобы в алгоритме модуль расчета каждого события был представлен единожды, чтобы в программном комплексе под сценарий перенастраивались связи между модулями расчета отдельного события.

3.2. Разработка структуры программно-аналитического комплекса для контроля состояния ЛЧ магистральных нефтегазопроводов в условиях коррозионного износа

Система трубопроводов относится к объектам, эксплуатационные параметры которого постоянно изменяются в силу различных причин, при этом наглядно влияния этих изменений на долговечность трубы увидеть нельзя. Также результаты неграмотного управления трубопроводами могут сказаться не мгновенно, а "накапливаться".

Обратимся к примеру. Подводный переход магистрального нефтепровода через реку, который включает в себя две основные нитки (1963 года установки) и две резервные (1983 года установки). Расстояние между задвижками 720

метров, трубопровод оснащен с обоих берегов датчиками, назначение которых заключается:

1. в измерении давления;
2. в сигнализации прохождения давления акустической волны.

Есть обходчик, выполняющий функцию визуального осмотра трубопровода (его прибрежной части) и коммуникаций, подведенных к подводному переходу. За весь период эксплуатации проводились следующие работы по сохранению целостности подводного перехода:

1. промывка подводного перехода трубопровода проводилась осенью 1997 года;
2. внутритрубная диагностика также проводилась единожды в 1997 году;
3. водолазные и приборные обследования проводились в 1997 году.

Испытания избыточным давлением на подводном переходе в процессе эксплуатации не проводились.

При таком подходе невозможно определять необходимые режимы эксплуатации в настоящем и будущем? Самый простой способ: давление в трубе сделать минимальным и не отключать насосные станции (чтобы избежать резких скачков давления и ударной волны), но это не даст необходимого эффекта (продления срока службы трубопровода), так как:

- во-первых, существует план, по которому нужно перекачать определенное количество нефти в срок, иначе трубопроводная система станет экономически невыгодной;
- во-вторых, при низком давлении в трубе происходят такие процессы как парафинизация и скопление воды, что усиливает внутреннюю скорость коррозии.

С другой стороны завышение эксплуатационных параметров, приведет к порыву трубы.

Поэтому необходимо в помощь лицам, принимающим решения, по параметрам эксплуатации трубопровода разработать программно-аналитический комплекс как средство «виртуального» контроля, который позволял бы прогнозировать поведение объекта при тех или иных условиях, а

также для обучения навыкам управления ЛПР. Реализовать подобный комплекс можно в виде системы поддержки принятия решений.

Главной особенностью СППР является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса (рис. 3.1), в котором участвуют [35]:

- система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.



Рис. 3.1. Информационная технология поддержки принятия решений как итерационный процесс.

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик:

- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспособливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

Рассмотрим общую структуру системы поддержки принятия решений (см. рис. 3.2), приведенную в [35], а также функции составляющих ее блоков, которые определяют основные технологические операции.



Рис. 3.2. Основные компоненты системы поддержки принятия решений.

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

Опишем подробнее источники данных.

База данных. Она играет в информационной технологии поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей.

База моделей. Целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Модели оценки долговечности трубопровода с коррозионным дефектом:

- По цели использования модели - *описательные*;
- По способу оценки модели - *детерминистские*, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных;

- По области возможных приложений - *специализированные*, предназначенные для использования только одной системой.

В системах поддержки принятия решений база моделей состоит из стратегических, тактических и оперативных моделей, а также математических моделей в виде совокупности модельных блоков, модулей и процедур, используемых как элементы для их построения (рис. 3.2).

Система управления интерфейсом. Интерфейс определяет: язык пользователя; язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя — это те действия, которые пользователь производит в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры; электронных карандашей, пишущих на экране; джойстика; "мыши"; команд, подаваемых голосом, и т.п.

Система поддержки принятия решений производит необходимый анализ и выдает результаты в виде выходного документа установленной формы [85].

Значительно возросла за последнее время популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора "мышь" пользователь выбирает представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом свои действия.

Язык сообщений — это то, что пользователь видит на экране дисплея (символы, графика, цвет), данные, полученные на принтере, звуковые выходные сигналы и т.п. Важным измерителем эффективности используемого интерфейса является выбранная форма диалога между пользователем и системой. В настоящее время наиболее распространены следующие формы диалога: запросно-ответный режим, командный режим, режим меню, режим заполнения пропусков в выражениях, предлагаемых компьютером.

Долгое время единственной реализацией языка сообщений был отпечатанный или выведенный на экран дисплея *отчет* или *сообщение*. Теперь появилась новая возможность представления выходных данных - *машинная графика*. Она дает возможность создавать на экране и бумаге цветные

графические изображения в трехмерном виде. Использование машинной графики, значительно повышающее наглядность и интерпретируемость выходных данных, становится все более популярным в информационной технологии поддержки принятия решений.

За последние несколько лет наметилось новое направление, развивающее машинную графику, - *мультипликация*. Мультипликация оказывается особенно эффективной для интерпретации выходных данных систем поддержки принятия решений, связанных с моделированием физических систем и объектов.

Знания пользователя - это то, что пользователь должен знать, работая с системой. К ним относятся не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и учебники, инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером.

Интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- манипулировать различными формами диалога, изменяя их в процессе принятия решения по выбору пользователя;
- передавать данные системе различными способами;
- получать данные от различных устройств системы в различном формате;
- гибко поддерживать (оказывать помощь по запросу, подсказывать) знания пользователя.

Перейдем к рассмотрению структуры программно-аналитического комплекса для контроля состояния ЛЧ магистральных нефтегазопроводов в условиях коррозионного износа.

На основе сведений об общей структуре СППР и моделей, описанных во второй главе, нами была разработана структура программно-аналитического комплекса (рис. 3.3.), которая позволит реализовать «виртуальный» контроль состояния трубопроводов.

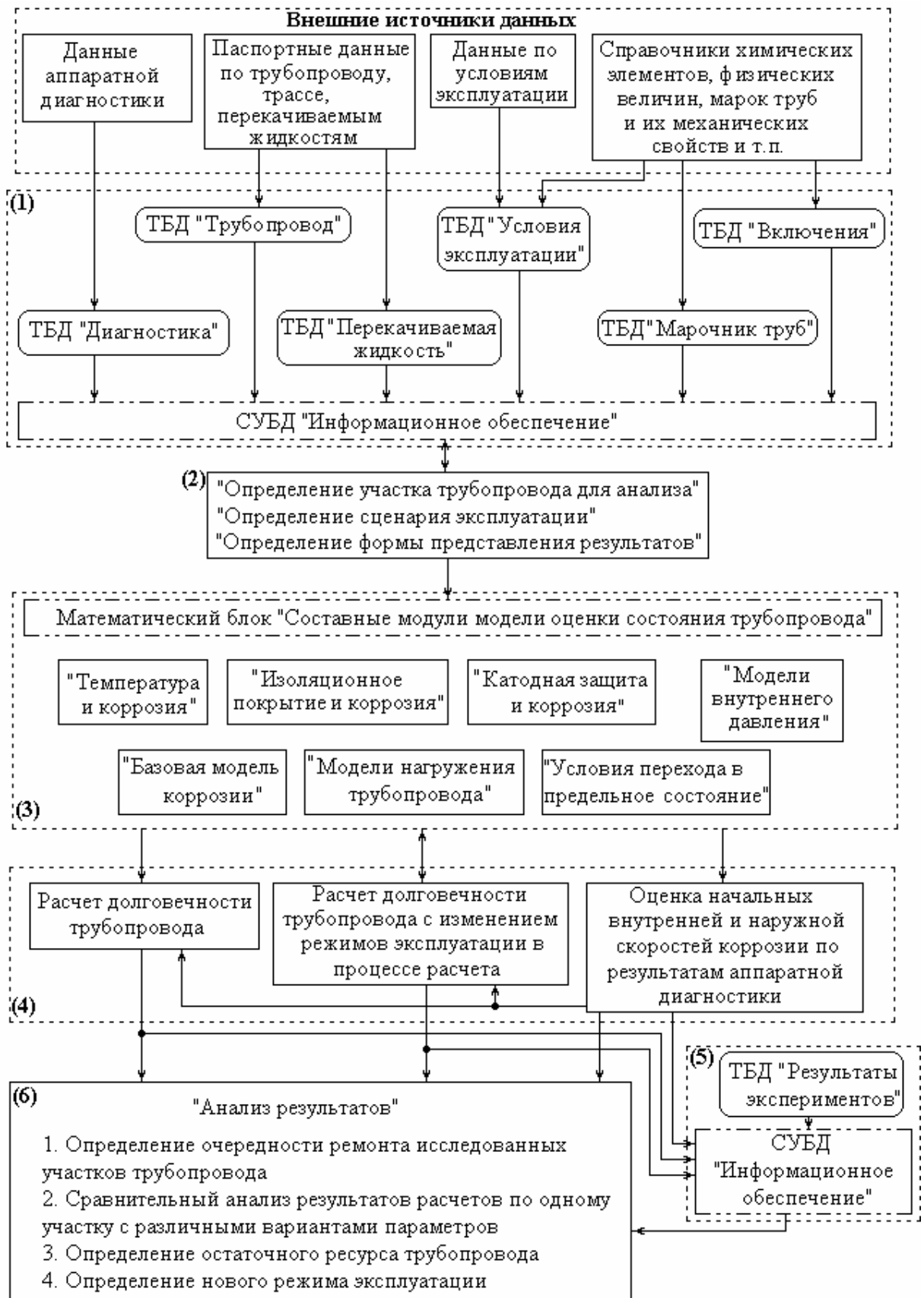


Рис. 3.3. Структура программно-аналитического комплекса.

Комплекс включает в себя шесть основных модуля.

Источники данных.

На предприятиях УМТ на каждый протяженный участок трубопровода заводится паспорт, также паспорт заводится на каждый подводный переход трубопровода. Обобщенное содержание данного документа представлено в приложении 3. Кроме того, на каждый протяженный участок трубопровода хранится информация с перечнем серийных номеров труб (каждая из которых длиной $\approx 10,5$ метров).

В данные по условиям эксплуатации включена информация по уровням давления, значению защитного потенциала катодной защиты и т.п.

Базы данных.

Для работы математических моделей необходима структурированная входная информация, для этой цели в состав комплекса входит набор таблиц базы данных (ТБД), управляемой СУБД.

Структура некоторых ТБД представлена в приложении 4. Так как в процессе работы СППР непрерывно накапливается информация, необходимо обеспечить быстрый доступ к интересующей информации, для этой цели используется индексирование. Структура связей между ТБД через индексы представлена на рис. 3.4.

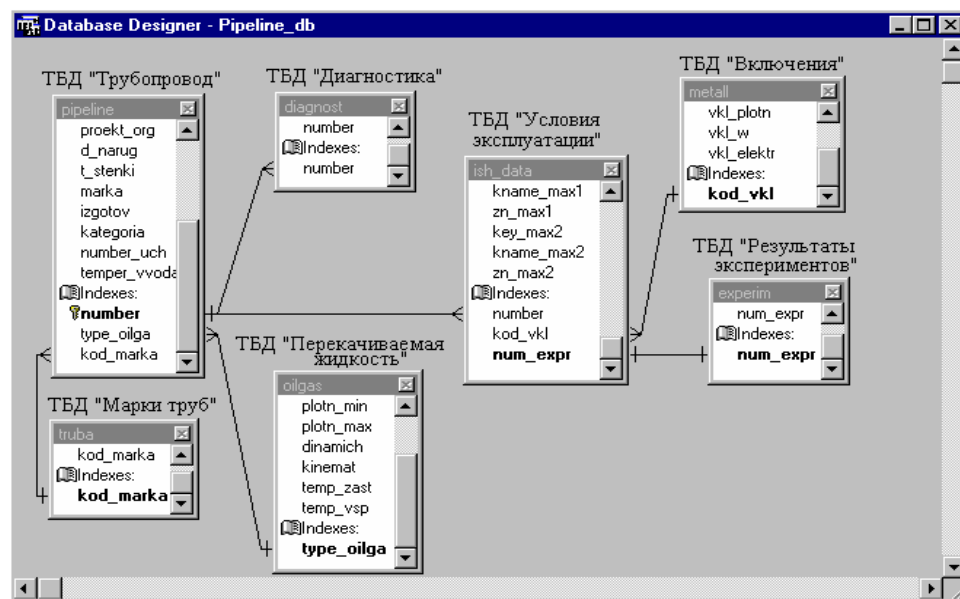


Рис. 3.4. Структура индексных полей в БД.

СУБД "Информационное обеспечение".

В качестве СУДБ в программном комплексе использованы средства разработки баз данных **Visual FoxPro 6.0.**, а также средства управления БД, встроенными в **Delphi 5.0.** В программном комплексе на систему управления базами данных возложено выполнение нескольких функций:

1. организация передачи, редактирования и хранения информации в БД от первичных источников информации;
2. организация хранения информации по результатам моделирования;
3. сохранение целостности БД;
4. выполнение поиска необходимых данных через форму запроса;
5. сортировка и вывод запрашиваемой информации из ТБД "Результаты экспериментов".

Блок (2) на рис. 3.3 "Определение участка трубопровода для анализа", "Определение сценария эксплуатации", "Определение формы представления результатов".

Данный блок является связующим между информационным блоком и математическим. Определение сценария эксплуатации дает команду математическому блоку на выбор и способ соединения модулей модели оценки состояния трубопровода.

Математический блок "Составные модули модели оценки состояния трубопровода".

Данный блок организован в виде набора самостоятельных запрограммированных функций, выведенный в **dll**-модуль, математический аппарат которых представлен в второй главе. По сценарию, определенному пользователем программного комплекса данный блок "собирает" в последовательную схему необходимые для расчета модули и выполняет расчеты.

В качестве нескольких самостоятельных модулей выступают функции, реализующие различные типы представления результирующей информации.

Блок (6) на рис. 3.3 "Анализ результатов".

1. Определение очередности ремонта исследованных участков трубопровода.

По окончании расчетов результаты передаются через СУБД в ТБД "Результаты экспериментов", что дает возможность накапливать результаты оценки долговечности участков трубопровода. Это дает возможность сформировать очередность ремонтных работ на исследованных участках. Блок "Анализ результатов" передает запрос к СУБД, которая обрабатывает запрос, выполняет выборку необходимых записей из ТБД "Результаты экспериментов", и на выходе получаем упорядоченный список участков трубопровода, требующих ремонта.

2. Сравнительный анализ результатов расчетов по одному участку с различными вариантами параметров.

Данный блок передает запрос СУБД на поиск всех имеющихся расчетов по конкретному участку трубы. СУБД выполняет поиск необходимой информации в ТБД "Результаты экспериментов", затем в ТБД "Условия эксплуатации" по индексным полям происходит выборка исходных условий расчета, соответствующих каждой найденной записи из ТБД "Результаты экспериментов".

3. Определение остаточного ресурса трубопровода.

При проведении расчета долговечности определенного участка трубопровода у нас есть информация по времени ввода в эксплуатации. Оценка долговечности дает нам величину, измеряемой в годах, безопасной эксплуатации трубы. Перевод долговечности к формату дд.мм.гггг даст возможность определить дату, после которой эксплуатация трубопровода приведет его металл в зону упругопластических деформаций, что является предвестником скорого выхода из строя.

4. Определение нового режима эксплуатации.

Данный блок позволяет подобрать набор параметров эксплуатации таким образом, чтобы продлить срок службы трубопровода.

Система управления интерфейсом.

Для отслеживания влияния изменений параметров эксплуатации на долговечность трубопровода необходимо выводить информацию о текущем состоянии объекта в удобной для оператора форме. Основными видами представления такой информации могут быть таблицы данных, графическое представление, отображение в виде диаграмм, а также с использованием современных мультимедийных технологий.

В приложении 5 показаны примеры реализации интерфейса для ввода данных, которые необходимы для оценки ВНПС участка трубопровода.

Для вывода результатов расчетов используются классические способы представления информации в виде таблиц и статичных графиков. Но чтобы рассмотреть колебания скоростей коррозии в зависимости от времени года и т.п., чтобы рассмотреть изменения нагрузки в зависимости от колебаний давления, необходимо используются "движущиеся" графики. В результате мы добиваемся необходимого эффекта, видим полную картину колебаний значения параметра за небольшой промежуток времени, а за счет движения графика по мере расчета мы можем наблюдать общие тенденции увеличения/ уменьшения нагрузок.

Теперь более подробно на возможности использования мультимедийных технологий применительно к оценке долговечности магистральных нефтегазопроводов. Как наглядно можно показывать изменение состояния трубопровода?

1. Под действием динамических нагрузок трубопровод деформируется. Причем в условиях упругих деформаций при увеличении нагрузки изменяются линейные размеры трубы (при растягивающих нагрузках труба соответственно увеличивает свою длину и утончается; при сжимающих нагрузках происходит обратный эффект; при давлении слоя над трубой и "жесткости" слоев, на которых труба "лежит", происходит "сплющивание"; при давлении слоя над трубой и "мягкости - податливости" слоев, на которых труба "лежит", происходит изгиб трубы в вертикальной плоскости, при эффекте выпучивания, под действием мерзлых почв труба также изгибается в вертикальной плоскости;

при движении пластов в горизонтальных плоскостях трубы испытывает изгибные напряжения в горизонтальной плоскости).

2. Под действием теплового поля структура металла также изменяет свое состояние.

3. Влияние коррозии (коррозия распространяется по наружной и внутренней поверхности трубы и продвигается вглубь металла). Причем при программировании ее продвижение нужно отображать на трубе, которая имеет форму цилиндра в недеформированном состоянии, что является сложной задачей.

Из всего выше сказанного перед глазами оператора должен отображаться объект, изменяющий свои линейные размеры и пространственное положение, имитирующий участок трубопровода единичной длины, на который в виде направленных стрелок действуют нагрузки (при этом указывается тип нагрузки и величина), тепловое поле, а также показывать как в горизонтальном и вертикальном направлении продвигается коррозия.

Изменение состояния трубы отображается изменением цвета: чем хуже состояние трубы, тем более "горячий" цвет (в спектре цветов от наилучшего состояния - фиолетовый цвет, далее: синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и красный, обозначающий критическое состояние трубы).

Подобное представление можно реализовать современными средствами программирования трехмерных объектов - OpenGL либо набором мультипликационных зарисовок, хранящими все возможные варианты изменения состояния трубы.

3.3. Алгоритм оценки ВНПС при изменении параметров, режимов и условий эксплуатации

Общую схему расчета времени наступления предельного состояния на основе семейства моделей, представленных во второй главе диссертации, можно описать следующим набором операций:

1. Расчет начинаем с момента времени начала коррозии, который предварительно определен;
2. Увеличиваем время на H_1 , который равен $\frac{1}{v} \cdot \frac{1}{8766}$ года, где v - частота колебаний внутреннего давления, час⁻¹; $1/8766$ – составляющая для перевода часов в года;
3. После каждого увеличения времени на H_1 , определяем значение внутреннего давления (которое участвует в расчете среднего напряжения) по одной из формул, в зависимости от исходных условий;
4. Определяем величины среднего напряжения по одной из шести моделей нагружения;
5. Определяем величины среднего напряжения с учетом влияния температуры перекачиваемой жидкости и внешней среды (если задан такой вид учета);
6. Определяем значение внутренней и наружной скорости коррозии без учета влияния изоляционного покрытия, катодной защиты;
7. Определяем значение наружной скорости коррозии с учетом влияния изоляционного покрытия по одной из формул с учетом износа изоляции (если задан такой вид учета);
8. Определяем значение наружной скорости коррозии с учетом влияния катодной защиты (если задан такой вид учета);
9. Определяем изменения глубины внешнего и внутреннего дефекта за промежуток времени H_1 с учетом зафиксированных на данный момент скоростей внутренней и наружной коррозии;
10. Проверяем условие наступления предельного состояния по одной из формул определения предельного состояния, если условие возвращает значение "ложь", то возвращаемся на шаг 2, иначе расчет завершается.

Если учитывать все возможные комбинации расчета времени предельного состояния, который может задать пользователь, то в результате возникнет необходимость в программировании 176-и алгоритмов расчета, так как имеется

4 варианта определения внутреннего давления, 6 вариантов определения среднего напряжения, 6 вариантов определения среднего напряжения с учетом температуры внешней среды и перекачиваемой жидкости, 4 варианта определения скорости наружной коррозии (без учета изоляции и катодной защиты, с учетом изоляции и без катодной защиты, без учета изоляции и с учетом катодной защиты, с учетом изоляции и катодной защиты) и 1 вариант определения внутренней скорости коррозии.

Создание 176-и алгоритмов, которые охватят все составляющие модели, описанные в пункте 2.2, нецелесообразно по временным, экономическим соображениям. Также перед пользователем необходимо компактно представить все компоненты модели, чтобы он мог оперативно собирать «как из кубиков» нужную последовательность расчета и тут же видеть результат расчета.

Это приводит к необходимости создания единого алгоритма расчета времени наступления предельного состояния в условиях коррозионного износа.

Семейство моделей, рассмотренное в пункте 2.2. диссертации, представляют собой «кирпичики» общей схемы расчета, которые реализуются в программно-аналитическом комплексе в виде самостоятельных функций (см. рис. 3.5).

Для связи единого алгоритма расчета времени наступления предельного состояния с функциями, отвечающими за расчет составляющих модели, нами предложено использовать функцию CASE_FUNC(USLOVIE), представленную на рис. 3.6.

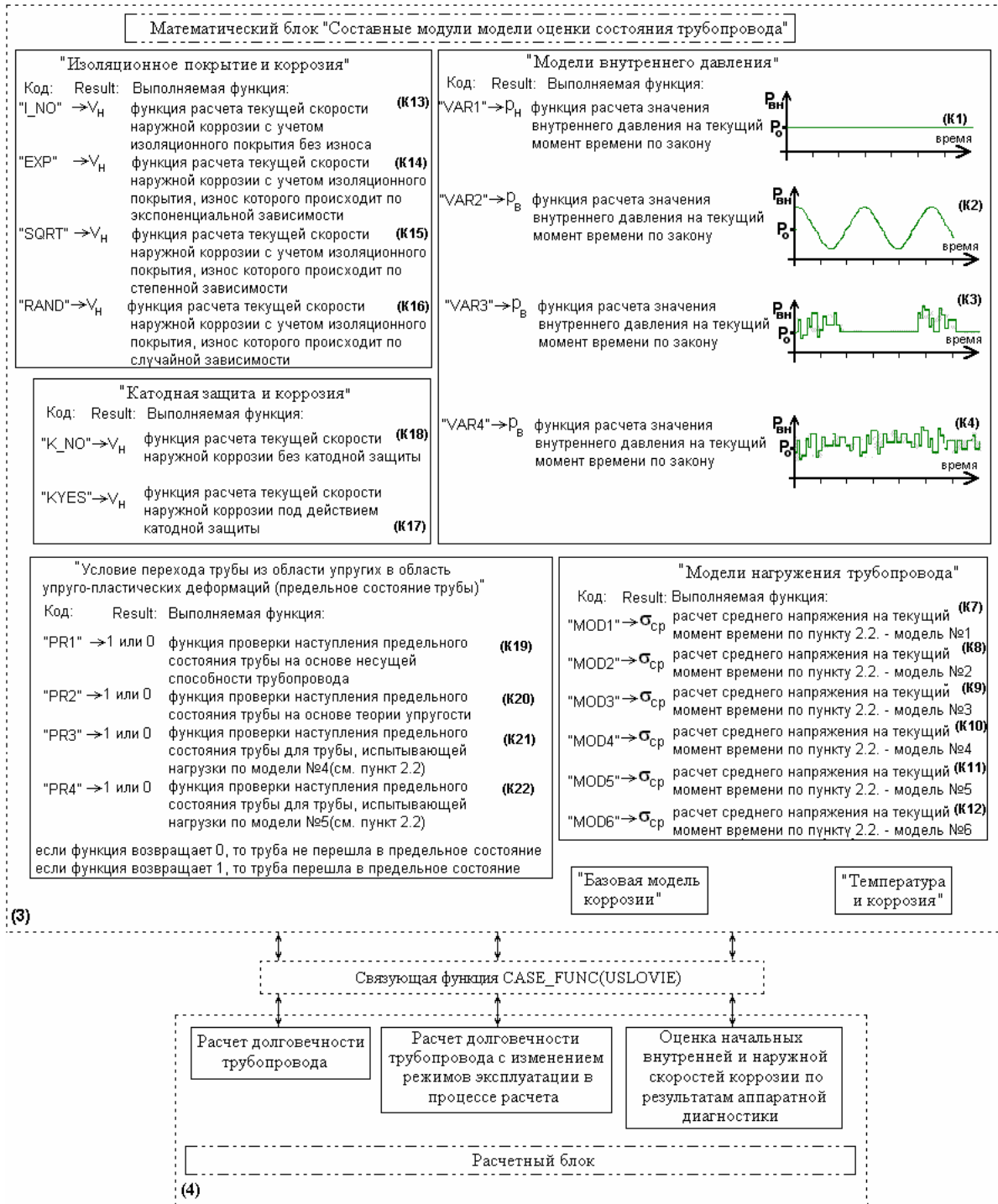


Рис. 3.5. Развернутая схема математического и расчетного блока программно-аналитического комплекса.

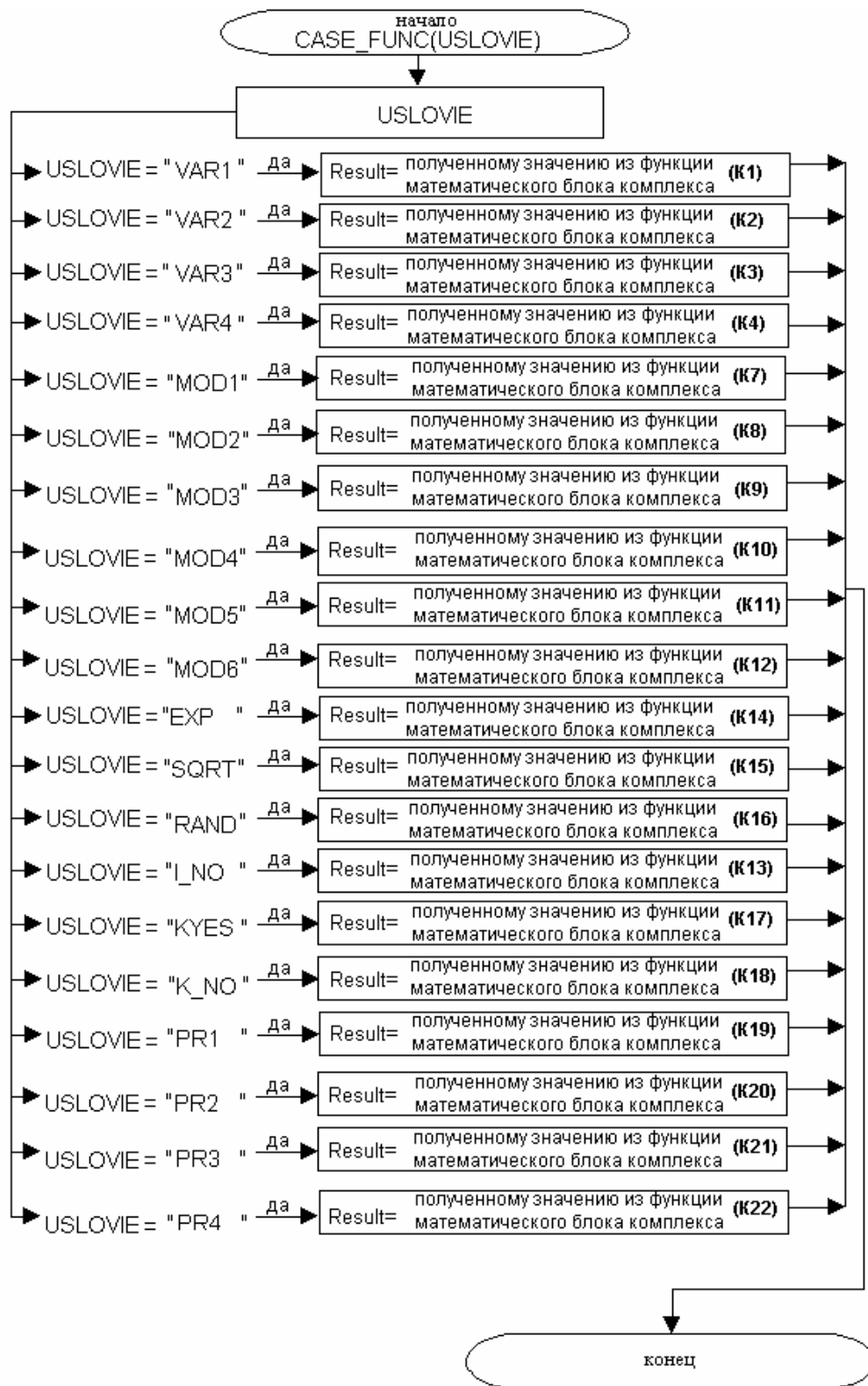


Рис. 3.6. Блок-схема связующей функции CASE_FUNC(USLOVIE).

CASE_FUNC(USLOVIE) - функция, возвращающая рассчитанное значение из определенного математического модуля, код которого передается из текущей ячейки таблицы **Ish_Data.dbf** переменной **USLOVIE** функции **CASE_FUNC(USLOVIE)**. Данная функция является связующим звеном между математическим блоком программно-аналитического комплекса (рис. 3.5) и блоком непосредственного расчета времени до наступления предельного состояния трубопровода.

В таблице "Условия эксплуатации" (**ISH_DATA.dbf**) введены поля, которые кодируют выбор того или иного математического модуля в процессе расчета. Это поля: **PREDEL_TYPE** - условие наступления предельного состояния трубы (модели K19-K22 на рис. 3.5), **VN_MODEL** - модель изменения внутреннего давления (модели K1-K4 на рис. 3.5), **TYPE_NAGR** - тип нагружения (модели K7-K12 на рис. 3.5), **IZOL_FUNC** - зависимость, описывающая износ изоляционного покрытия (модели K13-K16 на рис. 3.5), **KAT_TYPE** - работоспособность катодной защиты (модели K17-K18 на рис. 3.5).

В результате полученный единый алгоритма расчета времени наступления предельного состояния трубопровода при любой комбинации исходных данных представлена на рис. 3.7.

Таким образом, получена схема, реализующая выбор любой комбинации исходных данных для расчета времени наступления предельного состояния трубопровода в условиях коррозионного износа.

В работе [84] интегрально описан разработанный ПАК, его функции, состав и сферы использования.

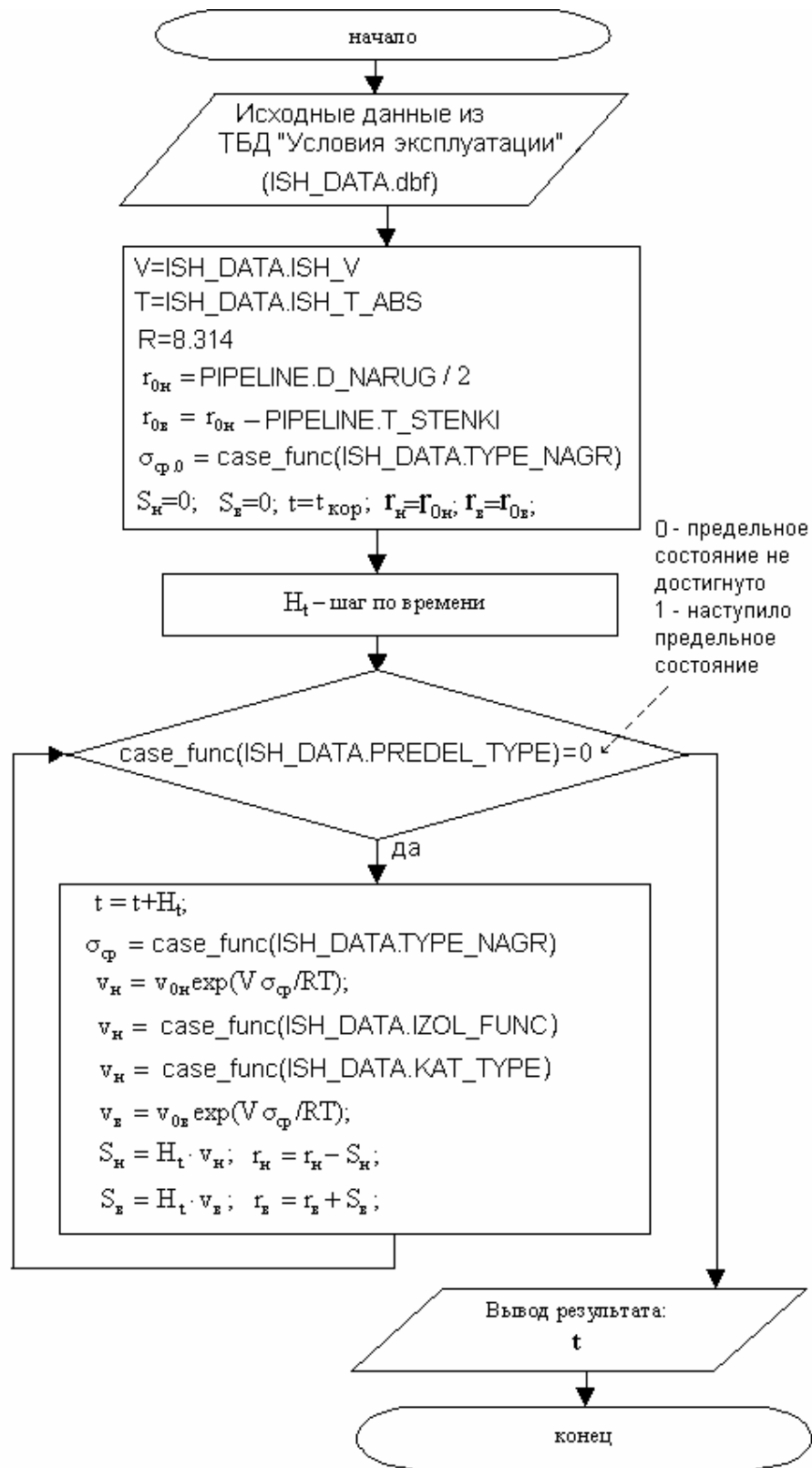


Рис. 3.7. Структурная схема для расчета времени до наступления предельного состояния при любых исходных данных в течение всего эксперимента.

3.4. Алгоритм расчета ВНПС участка трубопровода на основе сценария эксплуатации

Структурная схема на рис 19 реализуют только один режим эксплуатации в условиях переменных нагрузок. Но необходимо разработать такой алгоритм, который позволит комбинировать несколько режимов эксплуатации на основе вышеупомянутых в пункте 2.2. составных модели. Этот алгоритм должен позволять реализовывать любой сценарий изменений условий эксплуатации трубопровода во времени.

Используемая терминология:

Эксперимент - оценка средствами программно-аналитического комплекса времени до наступления предельного состояния заданного участка трубопровода.

Событие - изменение режима или условий эксплуатации в пределах одного эксперимента.

Сценарий эксплуатации - набор событий, на основе которых проводится эксперимент.

Перечислим возможные события, происходящие на трубопроводе:

- замена изоляционного покрытия;
- подготовка и проведение внутритрубной диагностики;
- остановки перекачки углеводородов по трубопроводу;
- скачки (относительно рабочего давления), изменение величины рабочего давления жидкости;
- изменение температурного режима перекачиваемого продукта;
- изменение среднемесячных температур окружающей среды в результате существующих в природе циклов потепления/ похолодания;
- изменение защитного потенциала, накладываемого средствами ЭХЗ;
- отключение средств ЭХЗ;
- изменение физических свойств перекачиваемой жидкости;
- учет износа изоляционного покрытия.

Для сохранения данных эксперимента и работы с событиями на трубопроводе необходимо внести изменения в ТБД "Условия эксплуатации" (см. табл. 3.1).

Таблица 3.1

Ввод дополнительных полей в ТБД "Условия эксплуатации"

№ п/п	Название поля ТБД	Тип	Длина поля	Количество знаков после запятой	Назначение поля
1.	NUM_SZEN	Numeric	2	0	Уникальный номер события в течение одного эксперимента
2.	DATE_SZEN	Date	8		Дата наступления события (первое событие - это ввод трубы в эксплуатацию и дата наступления события совпадает с датой ввода в эксплуатацию, далее дата каждого следующего события должна быть хронологически больше даты предыдущего события в пределах проводимого эксперимента)
3.	TIME_SZEN	Numeric	6	3	Время в годах действия данного события
4.	TYPE_SZEN	Character	30		Описание события

Перед началом расчета времени до наступления предельного состояния выполняется запрос к ТБД "Условия эксплуатации" и выбираются все записи по индексу, которые соответствуют расчетному участку трубы (в ТБД "Трубопровод" или PIPELINE.dbf - главная таблица данных - значение индексного поля NUMBER) и текущему эксперименту (в ТБД "Условия эксплуатации" - дочерняя таблица данных - значение индексного поля NUM_EXPR).

Если в результате запроса найдена только одна запись, то пользователь выбрал режим расчета времени до наступления предельного состояния без изменения условий эксплуатации в течение всего расчетного времени. Иначе расчет будет выполняться по событиям, исходные данные каждого из которых

описаны в соответствующей записи ТБД "Условия эксплуатации" из числа найденных.

В результате получена схема (см. рис. 3.8) для расчета времени до наступления предельного состояния в условиях нескольких событий в течение всего эксперимента, т.е. в течение всего срока эксплуатации участка трубы несколько раз менялись условия, режимы, параметры эксплуатации.

Опишем работу представленной на рис. 3.8 схемы.

Перед началом расчета по алгоритму на рис. 3.8 переводим указатель на первую запись в выполненном запросе из ТБД "Условия эксплуатации", которая соответствует вводу участка трубопровода в эксплуатацию. Присваиваем переменным, используемым в расчете, значения, хранящиеся в текущей записи, переменную t обнуляем, так как она играет роль счетчика времени, а в конце расчета показывает найденное ВНПС. Расчет выполняется по данным текущего события, пока t не сравнялась со временем начала следующего события. При достижении переменной t значения времени начала следующего события, указатель в запросе переходит на следующую запись. Все значения переменных, используемых в расчете, заменяются на новые из текущей записи запроса и продолжается расчет. Так расчет выполняется в цикле, пока не будет достигнут переход в предельное состояние металла трубы. В результате на выходе имеем значение ВНПС рассматриваемого участка трубопровода, определенное в условиях произвольного сценария эксплуатации.

Таким образом мы получили алгоритм, избавляющий нас от необходимости разработки большого количества программ для учета всех возможных сценариев эксплуатации.

Также данный алгоритм используется при расчете ВНПС участков трубопровода в условиях отсутствия данных по диагностике его состояния. Для чего определяется $V_{0В}$ и $V_{0Н}$ для трубопровода, в подобных условиях эксплуатации, у которого данные диагностики есть, затем определяется время начала коррозии $t_{кор}$, как описано в пункте 2.4. и с полученными $V_{0В}$, $V_{0Н}$, $t_{кор}$ приводится в действие алгоритм на рис. 3.8.

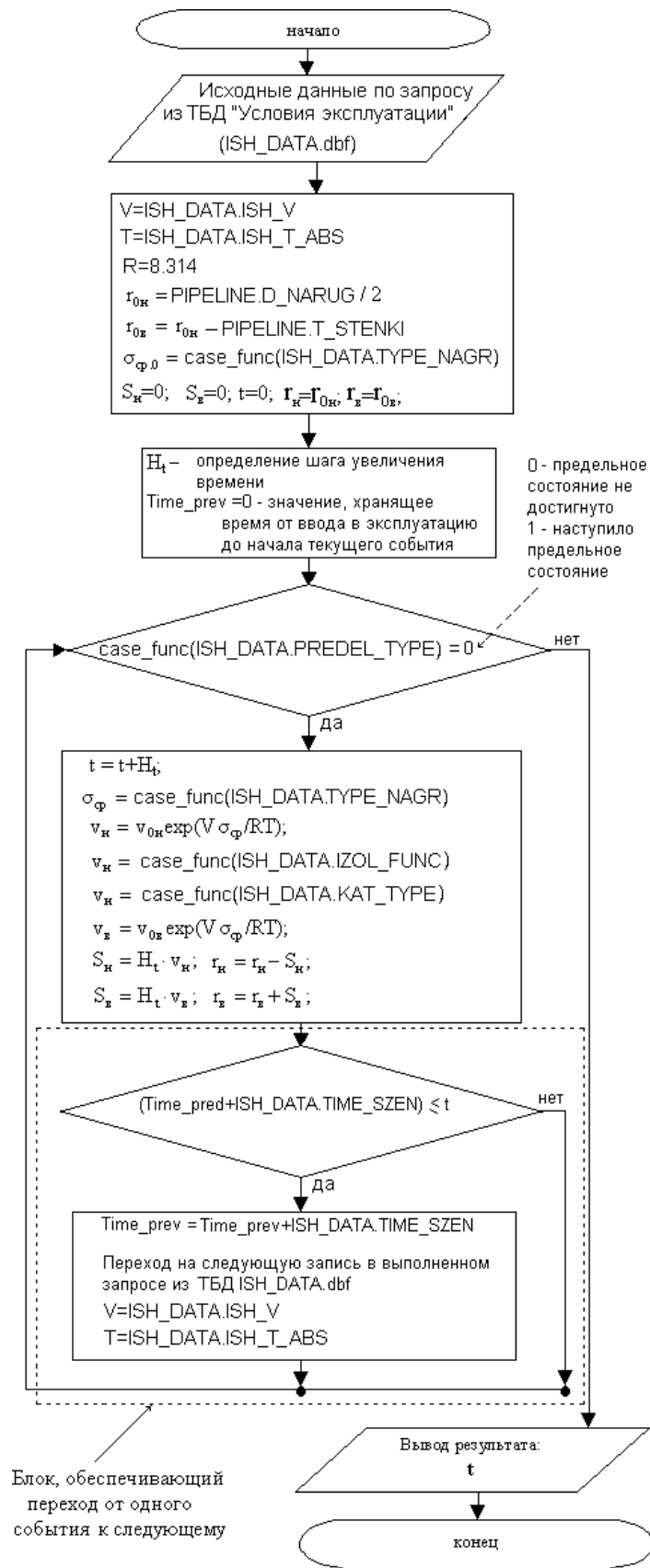


Рис. 3.8. Схема для расчета времени до наступления предельного состояния участка ЛЧМТ, реализующая сценарий эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. Разработана структура программно-аналитического комплекса для контроля состояния ЛЧ магистральных нефтегазопроводов в условиях коррозионного износа.
2. Разработан алгоритм расчета ВНПС участка трубопровода на основе сценария эксплуатации.
3. Разработана структура БД, обеспечивающая хранение, систематизацию, быстрый поиск исходных данных, данных сценария эксплуатации, а также результатов расчета.
4. На основе разработанного программно-аналитического комплекса описан порядок расчета ВНПС в условиях отсутствия данных по диагностике состояния исследуемого участка трубопровода.
5. Комплекс внедрен в ОмГТУ для подготовки студентов по дисциплине «Надежность АСОИУ», в СибАДИ для подготовки студентов по дисциплине "Моделирование систем". Ведутся переговоры о возможности внедрения комплекса в объединениях "Сургутгазпром", "Сургутнефтегаз".