

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
Общество с ограниченной ответственностью «ДЖЭТ ЛАБ»
(ООО «ДЖЭТ ЛАБ»)



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ AMS (Aqua Media Solver)

Описание применения

Редакция 01

ДСША.466454.L512-А.Д11.ПС.AMS

На 15 листах

Собственность ООО «ДЖЭТ ЛАБ». Запрещается без предварительного письменного разрешения собственника воспроизводить, переводить, изменять в любой форме или частично, передавать во временное или постоянное пользование другим организациям или лицам, разглашать или использовать сведения в коммерческих интересах лиц или организаций, не связанных

Москва, 2023

ПРАВА НА СОДЕРЖАНИЕ

Настоящий документ является собственностью ООО «ДЖЭТ ЛАБ» и защищен законодательством Российской Федерации и международными соглашениями об авторских правах и интеллектуальной собственности

Копирование документа либо его фрагментов в любой форме, распространение, в том числе в переводе, воспроизводство, изменение в любой форме или частично, а также передача во временное или постоянное пользование третьим лицам, разглашение или использование сведений в коммерческих интересах третьих лиц возможны только с письменного разрешения ООО «ДЖЭТ ЛАБ».

Документ и связанные с ним графические изображения могут быть использованы только в информационных, некоммерческих или личных целях.

ООО «ДЖЭТ ЛАБ» оставляет за собой право на изменение или обновление настоящего документа без предварительного уведомления.

Следующие программные продукты:

- © USUSDS;
- © САПФИР;
- © AMS

являются зарегистрированными товарными знаками ООО «ДЖЭТ ЛАБ».

Все названия компаний и продуктов, которые являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками, являются собственностью соответствующих владельцев.

За содержание, качество, актуальность и достоверность используемых в документе материалов, права на которые принадлежат другим правообладателям, а также за возможный ущерб, связанный с использованием этих материалов, ООО «ДЖЭТ ЛАБ» ответственности не несет.

ООО «ДЖЭТ ЛАБ»

117335, г. Москва, Нахимовский проспект, дом 58

Сайт компании: <https://get-lab.ru/>

Тел.: +7 495 788 04 06

Электронный адрес службы поддержки: getlab@rosatom.ru

АННОТАЦИЯ

Программное обеспечение AMS (Aqua Media Solver) (далее по тексту – программа) - кодогенератор и предназначен для разработки симуляционных моделей теплогидравлических систем объектов энергетики с помощью ПК САПФИР (или другого) и среды моделирования ESUSDS.

Программа основана на решении системы фундаментальных уравнений сохранения и замыкающих соотношений. В программе реализована двухскоростная, неомогенная, термодинамически неравновесная модель одномерного потока, что позволяет выполнять расчетные анализы для произвольных гидравлических контуров в режиме реального времени (или быстрее). Программа предназначена для расчета теплогидравлических параметров в произвольной смеси газов и жидкостей с любым их количеством, включая растворенные газы. Программа позволяет моделировать все основные физические процессы и явления, протекающие в различных физических установках (в том числе, но не ограничиваясь, установках с жидкометаллическим теплоносителем, а также объектах нефтехимической промышленности).

В документе приведены:

- назначение и функции, выполняемые программой;
- условия, необходимые для работы программы (требования к техническим и программным средствам);
- подробные описания выполнения функций программы;
- входные и выходные данные.

Настоящий документ составлен в соответствии с требованиями.

- ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению;
- ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам;
- ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам, выполненным печатным способом.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	7
1.1 Назначение и область применения	7
1.2 Описание возможностей	7
1.3 Уровень подготовки пользователя	7
2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ	8
2.1 Требования к техническим (аппаратным) средствам	8
2.2 Основные характеристики программы	8
3 ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ	9
3.1 Определение задачи	9
3.2 Методы решения задачи	9
4 ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ	10
4.1 Сведения о входных данных	10
4.2 Сведения о выходных данных	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Справочник используемых систем	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	14
Лист регистрации изменений	15

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АЭС	Атомная электростанция
ГОСТ Р	Государственный стандарт Российской Федерации
ОС	Операционная система
ПМТ	Полномасштабный тренажер
ПК	Программный комплекс
САПФИР	Система Автоматического Проектирования Физических Инженерных Расчетов
ТЭС	Тепловая электростанция
AMS	Aqua Media Solver
ESUSDS	англ. executive system of Universal Software Development System (досл. исполнительная система Универсальной Системы Разработки Программного Обеспечения) – интегрированная программная система, которая поддерживает документирование, разработку, выполнение в режиме реального времени и тестирование всего комплекса программного обеспечения тренажера.
KKS	нем. Kraftwerk Kennzeichen System (досл. Система идентификации электростанции) – система кодирования электростанций, предназначена для кодирования (идентификации) электростанций, секций электростанций и элементов оборудования электростанций любого типа по назначению, типу и расположению.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
База данных (БД)	Совокупность проектных, расчетных и экспериментальных данных об энергоблоке-прототипе, используемых при создании и эксплуатации математической модели тренажера.
Математическая модель	Математическое представление энергоблока, предназначена для прогнозирования поведения реального объекта. Обеспечивает возможность взаимодействия с элементами управления и реакция в виде изменения значений датчиков, манометров и т.п. Математическая модель может иметь различные состояния: исходное (начальное), промежуточное (текущее состояние, контрольная точка), «по умолчанию».
Мнемосхема (симуляционная диаграмма)	Графическое представление устройств и связей между ними (физическое или логическое представление системы), предусмотренных проектом реального объекта. Предназначена для имитации поведения системы в различных условиях. На диаграмме отображаются связи (физические и логические), точки контроля, органы управления, моделируемые отказы и т.д.
Полномасштабный тренажер (ПМТ)	Программно-техническое средство, реализующее адекватные характеристики объекта управления и штатный оперативный человеко-машинный интерфейс, и предназначенное для обучения, переподготовки и аттестации персонала на допуск к самостоятельной работе. ПМТ базируется на комплексной всережимной математической модели энергоблока (или атомной электростанции в целом), функционирующей в реальном масштабе времени.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Полное наименование программы: Кодогенератор AMS.

Краткое наименование программы: AMS

1.1 Назначение и область применения

Кодогенератор AMS (далее по тексту - Программа) является основной составляющей частью математической модели ПМТ объектов энергетики (например, АЭС, ТЭС). Программа разработана для расчета теплогидравлических параметров в произвольной смеси газов и жидкостей с любым количеством последних, причем число жидкостей не обязательно совпадает с количеством газов.

Область применения Программы:

- установки с жидкометаллическим теплоносителем,
- с жидкосолевым теплоносителем,
- нефтегазовые объекты,
- другие технические объекты, в которых требуется моделирование динамики и теплогидравлики растворов веществ с учетом изменения теплофизических параметров в зависимости от концентрации индивидуальных веществ в растворе.

Программа спроектирована для уменьшения усилий разработчиков, увеличения производительности и улучшения качества работ по созданию симуляционных задач в режиме реального времени. Она использует мощный графический редактор, который позволяет инженерам моделировать сложные электрические схемы более легко.

Архитектурно Программа представляет собой пакет модулей, имеющий блочно-модульную структуру и функционирующий в исполнительной системе ESUSDS с использованием графической оболочки ПК САПФИР или аналогичной.

1.2 Описание возможностей

Программа позволяет моделировать все основные физические процессы и явления, которые могут иметь место во всем спектре режимов нормальной эксплуатации, нарушения нормальной эксплуатации и аварийных режимов, включая запроектные аварии.

1.3 Уровень подготовки пользователя

Для работы с программой пользователи должны обладать следующими навыками и квалификацией:

- знать соответствующую профессиональную область;
- пройти обучение работе с программным обеспечением;
- иметь навыки работы с компьютерами и периферийными устройствами, в том числе:
 - самостоятельного включения и отключения оборудования от электропитания;
 - набора данных на клавиатуре;
 - умение пользоваться средствами операционных сред Linux и Windows и оперировать ею через стандартные интерфейсы, в том числе запускать программы на исполнение;

Компьютер (ноутбук) пользователя должен иметь доступ к компьютерному тренажерному комплексу и базе данных по локальной сети.

2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1 Требования к техническим (аппаратным) средствам

Для работы программы требуется компьютер (ноутбук), включающий в себя:

– 32-х или 64-разрядный (x64) двухъядерный процессор с тактовой частотой 1,2 ГГц или выше;

– 512 Гб оперативной памяти или выше;

Программное обеспечение компьютера (ноутбука) оператора должно включать:

– Операционная система Windows, Linux;

Также для реализации всех возможностей программы требуются предустановленные компиляторы C, FORTRAN.

2.2 Основные характеристики программы

Программа является исполняемым файлом для ОС Windows, Linux. Для запуска программы необходимо задать переменные окружения:

– S3_HOME – путь для генерации выходных файлов;

– USER – имя системы (две буквы)

Запуск команды можно произвести следующей командой

ams.exe compile <имя системы>1.def (для Windows)

./ams compile <имя системы>1.def (для Linux)

где

<имя системы>1.def – файл входных данных ,

<имя системы> - двухбуквенное обозначение, которое задается разработчиком один раз.

Примечание: Разработанные симуляционные модели функционируют только в рамках исполнительной системы ESUSDS.

3 ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

3.1 Определение задачи

Основная задача, решаемая программой – создание файлов симуляционной модели содержащих:

- Исходный код, описывающий модель на языках FORTRAN, C;
- Файлов инициализации массивов входных данных;
- Файлов добавления информации о модели и переменных в базу данных исполнительной системы;
- Файл сборки исполняемой модели

3.2 Методы решения задачи

Основным методом решения задачи является разработка симуляционной модели в ПК САПФИР с помощью графического редактора. ПК САПФИР на основе разработанной мнемосхемы генерирует файл входных данных для работы Программы.

4 ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

4.1 Сведения о входных данных

Входными данными для Программы является текстовый файл с расширением **.def**, получаемый автоматически из ПК САПФИР. Для разработки симуляционной модели (мнемосхемы) необходимы следующие исходные данные:

- 1) Конфигурация технологической системы, содержащая высотные отметки узлов, трубопроводов, источников ЭДС и тока, ККС оборудования и т.д;
- 2) Активные и реактивные сопротивления пассивных элементов системы;
- 3) Паспортные данные для моделируемых трансформаторов, двигателей, линий электропередач, насосов и другого оборудования;
- 4) Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи;
- 5) Номинальные напряжения секций и т.д.

Программа на основе входных данных, заданных пользователем в мнемосхеме, произведет автоматическое создание расчетных модулей на языке С, вычислит необходимые константы, создаст файлы для начальной инициализации массивов данных (блок-даты), а также вспомогательные файлы.

4.2 Сведения о выходных данных

Выходными данными являются файлы для сборки исполняемого файла симуляционной модели под управлением исполнительной системы ESUSDS.

Файлы описания объектов расчетной схемы содержат информацию обо всех объектах, нанесенных разработчиком на расчетную схему. Эти файлы не используются непосредственно в ходе вычислений, а требуются на этапе генерации исходных кодов.

Файлы имеют расширение **.def**, каждая AMS-задача моделируемой системы имеет один такой файл. На рисунке 4.2.1 представлена расшифровка имени файла описания объектов расчетной схемы.

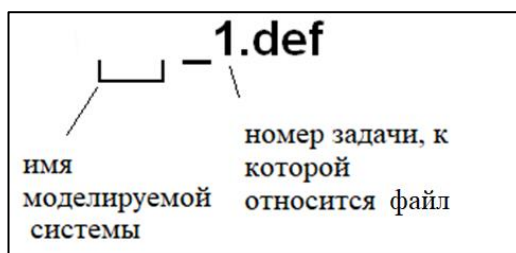


Рисунок 4.2.1 Файл описания объектов расчетной схеме

Файлы объявления переменных служат для объявления переменных в базе данных, имеют окончание **dbm**. Каждая задача моделируемой системы имеет один такой файл. На рисунке 4.2.2 представлена расшифровка имени файла объявления переменных.

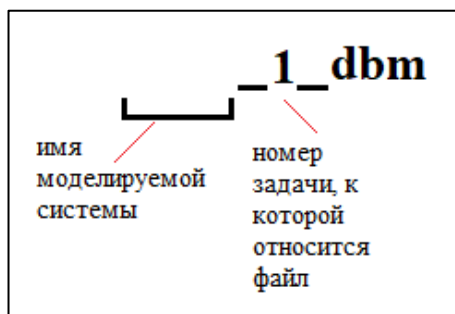


Рисунок 4.2.2 Файл объявления переменных

Файлы объявления сегментов служат для объявления исполняемых сегментов в базе данных, имеют окончание **dsd**. Каждая задача моделируемой системы имеет один такой файл. На рисунке 4.2.3 представлена расшифровка имени файла объявления сегментов.

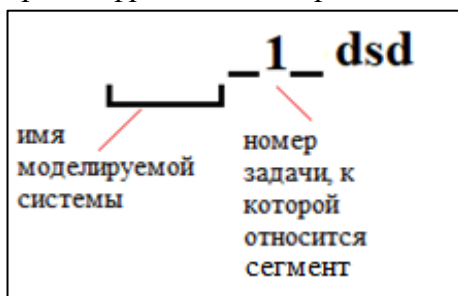


Рисунок 4.2.3 Файл объявления сегментов

Файлы инициализации переменных делятся на два типа – файлы для инициализации переменных в начальный момент расчета (блок-даты) и файлы, которые используются для реинициализации определенного набора переменных в любой момент выполнения расчета (селект-файлы).

Каждая AMS-задача моделируемой системы имеет два файла блок-дат, имеющих окончания **dat1** и **dat2**. На рисунке 4.4.4 представлена расшифровка имени блок-даты.

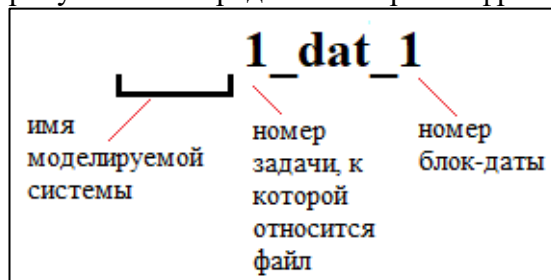


Рисунок 4.4.4 Файл блок-даты

Каждая задача может иметь так же неограниченное число селект-файлов. Селект-файлы создаются и используются разработчиком в ходе создания прототипов математических моделей, служат для хранения информации о величинах переменных, сохраненной в селект-файле в выбранный момент выполнения расчета. Имена селект-файлов могут содержать любой допустимый исполнительной системой набор символов, но крайне желательно начинать их с префикса **sel**. Селект-файлы могут быть получены разработчиком на основании стандартных блок-дат. На рисунке 4.4.5 представлена расшифровка имени стандартного селект-файла:

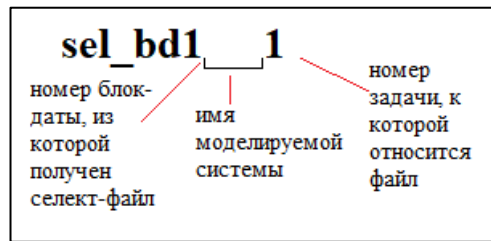


Рисунок 4.4.5 Стандартный селек-файл, полученный из блок-даты

Кроме того, из селек-файла так же может быть получена блок-дата. Пример расшифровки имени такой блок-даты приведен на рисунке 4.4.6.

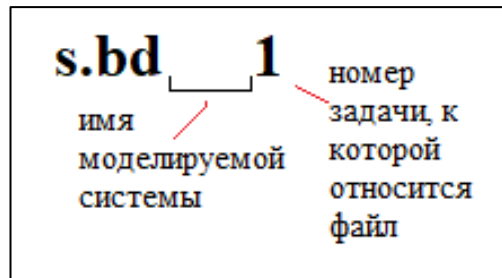


Рисунок 4.4.6 Стандартный селек-файл, полученный из блок-даты

Селект-файлы и блок-даты, полученные из селек-файлов, не являются обязательными компонентами AMS-задачи. Прототипы моделей технологических систем могут как содержать такие файлы, так и не содержать, поскольку они создаются или удаляются каждым разработчиком в зависимости от необходимости.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Справочник используемых систем

В таблице ниже приведено описание используемых систем (базовых):

Таблица 1 – Справочник используемых систем (базовый)

Система	Краткое описание системы
CC	Промежуточные охлаждающие контуры
CH	Защитная оболочка
CP	Система вакуумирования конденсатора, система автоматизированного химического контроля из систем конденсата
CR	Нейтронно-физическая модель активной зоны
CV	Контроль химического состава и объема теплоносителя 1-го контура
CW	Основная охлаждающая вода конденсатора турбины
ED	Электроснабжение, электrorаспределение и электрогенерация
EG	Системы охлаждения генератора
FP	Противопожарная защита
FW	Система питательной воды
GC	Исполнительные механизмы и электрифицированная арматура
HV	Вентиляция и кондиционирование
HW	Система ввода-вывода
IA	Азот и сжатый воздух
IS	Инструкторская станция
ME	Система контроля условий нормальной эксплуатацией
MS	Главные паропроводы и модель паровой турбины
NI	Нейтронно-физические измерения
OM	Система верхнего блочного уровня
RD	Системы контроля и управления мощностью реакторной установки
SA	Модель тяжелых аварий
SI	Система аварийного охлаждения активной зоны
SW	Техническое водоснабжение
TC	Система управления турбиной
TH	Теплогидравлическая модель I контура и парогенераторов
TU	Вспомогательные системы турбины
WD	Удаление радиоактивных отходов
WP	Система обеспечения и поддержания ВХР второго контура
XS	Управляющая система безопасности
XX	Панели и пульта управления блочного и резервного пунктов управления

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) ГОСТ 19.505–79 ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению (Раздел «Аннотация»).
- 2) ГОСТ 19.105–78 ЕСПД. Общие требования к программным документам (Раздел «Аннотация»).
- 3) ГОСТ 19.106–78 ЕСПД. Общие требования к программным документам, выполненным печатным способом (Раздел «Аннотация»).
- 4) Рекомендации по применению современной универсальной системы кодирования оборудования и АСУТП ТЭС РД 153-34.1-35.144-2002 (Раздел «Перечень принятых сокращений»)

