

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАГИСТРАТУРА

Кафедра «Электроэнергетика»

Магистерская диссертация

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЬДА,
РАБОТАЮЩЕГО ОТ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

6N0718 «Электроэнергетика»

Исполнитель _____ Р.Р.Ярулин
(подпись, дата)

Научный руководитель

к.т.н., профессор _____ В.Ю. Мельников
(подпись, дата)

к.т.н., доцент _____ Е.В. Зигангирова
(подпись, дата)

Допущена к защите:

зав. кафедрой

д.т.н., профессор _____ Е.В. Иванова
(подпись, дата)

Павлодар, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

	Определения	4
	Обозначения и сокращения	5
	Введение	6
1	Развитие рынка альтернативной энергетики	12
1.1	Энергосбережение	12
1.2	Тенденции развития рынка альтернативной энергетики в мире	18
1.2.1	Основные понятия в сфере альтернативной энергетики	18
1.2.2	Предпосылки развития отрасли	21
1.2.3	Основные направления развития отрасли альтернативной энергетики в мире	22
1.2.4	Основные тенденции рынка альтернативной энергетики в странах СНГ	27
1.3	Развитие солнечной энергетики в странах СНГ	29
1.4	Перспективные источники возобновляемой энергии в Казахстане	31
1.4.1	Законодательство в сфере альтернативной энергетики Казахстана	32
	Выводы	35
2	Современное состояние отрасли энергии солнца	36
2.1	Экологические аспекты использования солнечной энергии	38
2.1.1	Экологические последствия развития солнечной энергетики	40
2.2	Технологии получения энергии от солнца	41
2.2.1	Анализ технологий	41
2.2.2	Теоретические основы получения энергии солнца	42
2.2.2.1	Типы фотоэлектрических систем	46
2.2.2.2	Солнечные тепловые электростанции	47
2.2.2.3	Солнечные пруды	50
2.2.2.4	Производители солнечных модулей	51
2.2.3	Разработки казахстанских ученых	52
2.2.3.1	Солнечный коллектор МПСК – 07	54
2.2.3.2	Солнечные сушилки для овощей и фруктов	54
2.2.3.3	Солнечный опреснитель засоленной и грязной воды	54
2.2.3.4	Прибор для изготовления льда, работающий на солнечных батареях	55
	Выводы	55
3	Математическая модель прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей	56
3.1	Прибор для изготовления льда, работающий от солнечных батарей, созданный в лабораторных условиях	56

3.2	Создание математической модели прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей	59
3.3	Улучшение блочной математической модели прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей	68
	Выводы	72
4	Результаты экспериментальных испытаний на математической модели прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей	73
4.1	Зависимость иррадиации и количества работающих компрессоров в данный момент времени от времени работы	73
4.2	Зависимость мощности, выходящей из PV панели и количества работающих компрессоров в данный момент времени от времени работы	74
4.3	Зависимость скорости работы компрессоров (количества оборотов) и зависимость их количества от времени работы	74
4.4	Зависимость получаемой массы льда (в килограммах) от времени работы	75
4.5	Зависимость количества льда от дневной суммарной иррадиации, полученной в результате испытания в лаборатории	76
	Выводы	76
	Заключение	77
	Список использованных источников	78
	Приложение А	85
	Приложение Б	87
	Приложение В	89
	Приложение Г	90
	Приложение Д	92

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Альбедо - характеристика отражательной способности поверхности. Значение альбедо для данной длины волны или диапазона длин волн зависит от спектральных характеристик отражающей поверхности.

ТЭС (тепловая электростанция) - электрическая станция, преобразующая химическую энергию топлива в электрическую энергию иди в электрическую энергию и тепло.

ГРЭС (государственная районная электростанция) - тепловая электрическая станция, вырабатывающая только электрическую энергию. Сейчас под термином "ГРЭС" понимают конденсационную электрическую станцию (КЭС) большой мощности (более 1 ГВт, т. е. более 1 млн. кВт).

КЭС (конденсационная электростанция) - тепловая электрическая станция, оборудованная паровыми трубами, работающими по конденсационному циклу.

ТЭЦ (теплоэлектроцентраль) - тепловая электрическая станция с комбинированным производством электрической энергии и тепла.

АЭС (атомная электростанция) - электрическая станция, преобразующая энергию деления ядер атомов в электрическую энергию или в электрическую энергию и тепло.

СЭС (солнечная электростанция) - электрическая станция, преобразующая энергию солнечного излучения в электрическую энергию.

ГЭС (гидроэлектрическая станция) - электрическая станция, преобразующая энергию воды в электрическую энергию.

ГАЭС (гидроаккумулирующая электростанция) - гидроэлектростанция, преобразующая электрическую энергию, получаемую от других электростанций, в потенциальную энергию воды с последующим ее преобразованием в электрическую энергию.

ПЭС (приливная электростанция) - гидроэлектростанция, преобразующая энергию морских приливов в электрическую энергию.

АТЭЦ (атомная теплоэлектроцентраль) - атомная электрическая станция, снабжающая потребителей одновременно электрической энергией и теплом.

ВЭС (ветроэлектростанция) - ветроэлектрическая установка, преобразующая кинетическую энергию ветра в электрическую энергию.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

РЭКи – республиканские энергетические компании
 КЕГОС - Казахстанская компания по управлению электрическими сетями
 СИ (СР) – солнечное излучение или солнечная радиация;
 СЭ – солнечный элемент;
 СМ – солнечный модуль;
 СБ – солнечная батарея;
 СЭУ – солнечные энергетические установки;
 СФЭУ, СФЭС – солнечные фотоэлектрические установки и станции;
 СБЭУ, СБЭС – солнечные башенные энергетические установки и станции;
 СК – солнечный коллектор;
 СТЭУ, СТЭС – солнечная тепловая энергетическая установка и станция;
 КСИ – концентраторы солнечного излучения;
 ЭУ – энергетическая установка;
 ПП – приемная площадка солнечного излучения;
 ТЭС, ГЭС, АЭС – тепловые, гидравлические и атомные электростанции;
 F (м^2 , км^2) – площадь рассматриваемого объекта или земельной территории;
 ВИЭ, НВИЭ – возобновляемые и нетрадиционные возобновляемые источники энергии;

R , $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right)$ – интенсивность потока солнечной радиации (СР) или солнечного излучения (СИ) или мощность СР или СИ на 1 м приемной площадки (ПП);

$\mathcal{E}$, $\left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2 \cdot \Delta t} \right)$ – поток СР или СИ за интервал времени Δt или энергия СР или СИ, приходящаяся на 1 м приемной площадки (ПП);

$\mathcal{E}^\Gamma$ – энергия СИ, приходящая на горизонтальную к поверхности земли ПП;
 R^Γ – мощность СИ, приходящая на горизонтальную к поверхности земли ПП;
 R^β – мощность СИ, приходящая на наклоненную ПП (НПП) под углом β к горизонту;
 $\mathcal{E}^\beta$ – энергия СИ, приходящая на наклоненную ПП (НПП) под углом β к горизонту;
 R_o , $\mathcal{E}_o$ – мощность и энергия СИ в космосе за пределами земной атмосферы (на ее границе);
 AMt – оптическая масса атмосферы – t (о.е.);
 η (% , о.е) – К.П.Д. – отдельного элемента ЭУ или электростанции.

ВВЕДЕНИЕ

Любое промышленное производство, любая деятельность, вся современная жизнь основана в первую очередь на получении, переработку и дальнейшее пользование электроэнергии. Весь прогрессивный мир давно обеспокоен проблемами энергосбережения, так как запасы топлива на Земле не бесконечны. Казахстан пока энергоизбыточная страна, но положение в энергетике и в нашей стране с каждым годом становится все более напряженным.

Ученые утверждают, что запасов нефти в Казахстане осталось на 20 лет, угля - на IV-V веков. Но при выработки электроэнергии появляется самый негативный, самый проблематичный фактор, - это загрязнение окружающей среды.

В Казахстане на данный момент топливно-энергетические ресурсы не являются проблемой. Запасов ТЭР должно хватить на несколько сотен лет. Но загрязнение окружающей среды, вследствие чрезмерно халатного отношения всех людей, отвечающих за выбросы в атмосферу и утилизацию выработанных отходов, является самой серьезной проблемой в Казахстане.

Загрязнение окружающей среды - нежелательное изменение ее свойств в результате антропогенного поступления различных веществ и соединений. Оно приводит или может привести в будущем к вредному воздействию на литосферу, гидросферу, атмосферу, на растительный и животный мир, на здания, конструкции, материалы, на самого человека. Оно подавляет способность природы к самовосстановлению своих свойств.

Загрязнение атмосферы происходит в результате работы промышленности, транспорта, а также различных топок, которые в совокупности ежегодно выбрасывают "на ветер" миллиарды тонн твердых и газообразных частиц. Основные загрязнители атмосферы - окись углерода (CO) и сернистый газ (SO₂), образующиеся, прежде всего, при сжигании минерального топлива, а также оксиды серы, азота, фосфора, свинец, ртуть, алюминий и другие металлы. При этом движущей силой любого производства является энергия.

Тот факт, что в распоряжении человека оказалось большое количество относительно дешевой энергии, в значительной степени способствовало индустриализации и развитию общества. Однако в настоящее время при огромной численности населения и производстве, и потреблении энергии становится потенциально опасным. Наряду с локальными экологическими последствиями, сопровождающимися загрязнением воздуха, воды и почвы, существует опасность изменения мирового климата в результате действия парникового эффекта.

Мы стоим перед дилеммой: с одной стороны, без энергии нельзя обеспечить благополучия людей, а с другой – сохранение существующих темпов ее производства и потребления может привести к разрушению окружающей среды, и как следствие - к снижению жизненного уровня и даже нанести серьезный ущерб человеческой популяции, влияя на генетический код человека.

Для разрешения этого вопроса уже сейчас придуманы способы получать электроэнергию. Важнейшими и реалистичными из них являются нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Они способны решить сразу ряд важнейших вопросов: и вопрос об уменьшении загрязнения окружающей среды и вопрос об ограниченных запасах ТЭР. К нетрадиционным возобновляемым источникам энергии относят солнечную, геотермальную и ветровую энергию, а также энергию биомассы, океана и пр. Относят к ним обычно и атомную энергию. Однако на нынешнем этапе развития атомной энергетики это представляется условным.

Солнечная энергия - наиболее грандиозный, дешевый источник энергии. Всего за три дня Солнце посылает на Землю столько энергии, сколько её содержится во всех разведанных запасах ископаемых топлив, а за 1 сек. – 170 млрд. Дж. Большую часть этой энергии рассеивает или поглощает атмосфера, особенно облака, и только треть её достигает земной поверхности. Вся энергия, испускаемая Солнцем, больше той её части, которую получает Земля, в 5 млрд. раз. Но даже такая «ничтожная» величина в 1600 раз больше энергии, которую дают все остальные источники, вместе взятые. Солнечная энергия, падающая на поверхность одного озера, эквивалентна мощности крупной электростанции. В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос. Потенциальные возможности энергетики, основанные на использовании непосредственного солнечного излучения, чрезвычайно велики.

Использование всего лишь 0,0125% энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5% полностью покрыть потребности на перспективу. К сожалению, вряд ли когда-нибудь эти громадные потенциальные ресурсы удастся реализовать в больших масштабах. Только очень небольшая часть этой энергии может быть практически использована. Едва ли не главная причина подобной ситуации – слабая плотность солнечной энергии. Простой расчет показывает, что если снимаемая с 1 м² освещенной солнцем поверхности мощность в среднем составляет 160 Вт, то для генерирования 100 тыс. кВт нужно снимать энергию с площади в 1,6 км². Ни один из известных в настоящее время способов преобразования энергии не может обеспечить экономическую эффективность такой трансформации.

Выше говорилось о средних величинах. Доказано, что в высоких широтах плотность солнечной энергии составляет 80 – 130 Вт/м², в умеренном поясе – 130 – 210, а в пустынях тропического пояса 210 – 250 Вт /м². Это означает, что наиболее благоприятные условия для использования солнечной энергии существуют в развивающихся странах Африки, Южной Америки, в Японии, Израиле, Австралии, в отдельных районах США (Флорида, Калифорния). В СНГ в районах, благоприятных для этого, живет примерно 130 млн. человек, в том числе 60 млн. в сельской местности.

Однако даже при наилучших атмосферных условиях (южные широты, чистое небо) плотность потока солнечного излучения составляет не более 250 Вт /м². Поэтому, чтобы коллекторы солнечного излучения «собирали» за год

энергию, необходимую для удовлетворения всех потребностей человечества, нужно разместить их на территории 130 000 км². Необходимость использовать коллекторы огромных размеров, кроме того, влечет за собой значительные материальные затраты. Простейший коллектор солнечного излучения представляет собой зачерненный металлический (как правило, алюминиевый) лист, внутри которого располагаются трубы с циркулирующей в ней жидкостью. Нагретая за счет солнечной энергии, поглощенной коллектором, жидкость поступает для непосредственного использования. Согласно расчетам изготовление коллекторов солнечного излучения площадью 1 км², требует примерно 10000 тонн алюминия. Доказанные же на сегодня мировые запасы этого металла оцениваются в 1170000 000 тонн. Из вышеизложенного ясно, что существуют разные факторы, ограничивающие мощность солнечной энергетики.

Солнечная энергетика относится к наиболее материалоемким видам производства энергии. Крупномасштабное использование солнечной энергии влечет за собой гигантское увеличение потребности в материалах, а, следовательно, и в трудовых ресурсах для добычи сырья, его обогащения, получения материалов, изготовление гелиостатов, коллекторов, другой аппаратуры, их перевозки. Пока ещё электрическая энергия, рожденная солнечными лучами, обходится намного дороже, чем получаемая традиционными способами. Ученые надеются, что эксперименты, которые они проводят на опытных установках и станциях, помогут решить не только технические, но и экономические проблемы.

Но, тем не менее, станции-преобразователи солнечной энергии строят, и они работают.

Солнечную радиацию при помощи гелиоустановок преобразуют в тепловую или электрическую энергию, удобную для практического применения. В южных районах нашей страны созданы десятки солнечных установок и систем. Они осуществляют горячее водоснабжение, отопление и кондиционирование воздуха жилых и общественных зданий, животноводческих ферм и теплиц, сушку сельскохозяйственной продукции, термообработку строительных конструкций, подъем и опреснение минерализованной воды и др.

С начала 50-х годов во всем мире космические летательные аппараты используют в качестве основного источника энергопитания солнечные батареи, которые непосредственно преобразуют энергию солнечной радиации в электрическую. Они являются практически незаменимым источником электрического тока в ракетах, спутниках и автоматических межпланетных станциях.

Освоение энергии Солнца связано с созданием солнечных электрических станций (СЭС), способных вырабатывать электрическую и тепловую энергию в промышленных масштабах, а также с развитием систем солнечного тепло- и хладоснабжения, кондиционирование воздуха. Широкие возможности для использования солнечной энергии имеются в создании малых СЭС и различных Солнечных установок (для спутников Земли, отопления и др.).

Освоение космического пространства позволяет разрабатывать проекты солнечно-космических электростанций для энергоснабжения Земли. Эти станции, в отличие от земных, не только смогут получать более плотный поток теплового солнечного излучения, но и не зависят от погодных условий и смены дня и ночи. Ведь в космосе Солнце сияет с неизменной интенсивностью.

Продолжается изучение возможностей более широкого использования гелиоустановок: «солнечные» крыши на домах для энерго- и теплоснабжения, «солнечные» крыши на автомобилях для подзарядки аккумуляторов, «солнечные» фермы в сельских районах и т.д.

Ученые и энергетики продолжают вести работу по поиску новых более дешевых возможностей использования солнечной энергии. Возникают новые идеи, новые проекты.

Один из таких проектов по использовании солнечной энергии представили ученые Афинского Технологического Института профессор Петрос Аксапоулос и Михаэль Теодоридис 31 марта 2009 года в международном научном журнале ScienceDirect. Проект получил название «Разработка и экспериментальная работа над прибором для изготовления льда, работающего от солнечных батарей» («Design and experimental performance of a PV Ice-maker without battery»).

Среди различных и интересных использований солнечной энергии, производство льда можно рассмотреть как важную социально-экономическую выгоду для отдаленных районов и развивающихся стран, так как это может использоваться для сохранения сельскохозяйственных продуктов, пищи, лекарств и вакцин. Создание математической модели прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей, будет способствовать и содействовать скорейшему внедрению и применению прибора в необходимых условиях. Поэтому тема диссертации является **актуальной**.

Объектом исследования являются солнечная панель, контроллер, компрессоры и резервуар с жидкостью.

Предметом исследования являются процессы преобразования энергии солнца в электричество и дальнейшего использования электричества для работы компрессоров.

Работа выполнялась в соответствии с научными направлениями Афинского Технологического Института и Инновационного Евразийского Университета.

Идея работы заключается в создании математической модели в программной оболочке Tnsys 16 в точности соответствующей по параметрам и исходным данным с лабораторным образцом. Как следствие необходимо получить диаграммы и данные и сравнить с результатами опытного образца системы, созданной в лаборатории. Полученная математическая модель должна быть аналогом системы, созданной в лабораторных условиях. Необходимость создания математической модели заключается в дальнейшей оптимизации системы, не прибегая по ходу исследования к реальной лабораторной системы, а пользуясь полученной модели.

Целью работы является получение математической модели в программной оболочке, которая будет представлять полный аналог прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей, созданного в лаборатории Афинского Технологического Института профессором Петросом Аксапоулосом. Для достижения этой цели в работе ставились и решались следующие взаимосвязанные задачи:

- исследование работоспособности и потенциала солнечных PV панелей, способы улучшения их характеристик и свойств;
- определение критерия качественного функционирования компрессоров с хладагентами;
- разработка методики расчета выборочности условий для контроллера мощности;
- разработка методики расчета количества образовавшегося льда в резервуаре с хладагентами;
- исследование языка программирования Compaq Visual Fortran Version 6 и экспериментальное написание подпрограмм;
- исследование программной оболочки Trnsys 16 и разработка блоков математической модели;

Методы исследования. В процессе выполнения исследований применялись: научно-техническое обобщение литературных источников по исходным предпосылкам исследований, методы теоретических основ получения энергии солнца, методы математической статистики и теории вероятностей (теория производящих функций, теория ошибок), методы компьютерного моделирования и теоретические основы компьютерного моделирования. Экспериментальные исследования выполнялись на специальной программе Trnsys 16 для создания математических моделей и мониторинга результатов их работы на компьютере.

На защиту выносятся:

Математическая модель прибора для изготовления льда, работающего от солнечных батарей, созданная на специальной программе Trnsys 16 и компиляторе Compaq Visual Fortran Version 6.

Научная новизна работы заключается в развитии инновационного проекта Афинского Технологического Института «Разработка и экспериментальная работа над прибором для изготовления льда, работающего от солнечных батарей» («Design and experimental performance of a PV Ice-maker without battery»). В рамках решаемой автором научной задачи она характеризуется следующим новым научным положением:

- разработана математическая модель для изготовления льда, работающего от солнечных батарей, созданная на специальной программе Trnsys 16 и компиляторе Compaq Visual Fortran Version 6.

Практическая ценность работы заключается в том, что созданная математическая модель способствует проведению экспериментальных исследований на ней, не прибегая по ходу исследования к реальной лабораторной системе.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 2 международных и региональных конференциях: международной научно-технической конференции «Инновационные проекты, основанные на возобновляемых источниках энергии» (г.Афины, Греция, 2010 г.), международной научно-технической конференции «Индустриально-инновационное развитие на современном этапе: состояние и перспективы» (г.Павлодар, Республика Казахстан, 2009 г.).

Публикации. Содержание работы изложено в 2 статьях в периодических изданиях:

- 1) «Разработка программы для определения оптимального угла наклона PV-панели (солнечной батареи)», научный журнал «Вестник Инновационного Евразийского университета».
- 2) «Определение оптимального угла наклона PV-панели (солнечной батареи) методом математического анализа», научный журнал «Вестник Инновационного Евразийского университета».

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Основной алгоритм подпрограммы, написанной на Visual Compaq
Fortran 6 для элемента, который имитирует компрессор**

```

-----
0   GAM=XIN(1)
    QPV= XIN(5)
    TW=XIN(6)
    TA=XIN(7)
    UE=XIN(8)
    UC=XIN(9)
    DO I=1,NX
    X(I)=XIN(I+1)
    ENDDO
    IF(GAM.GT.0) GOTO 15
    QCAP = 0
    X(1) = TW
    X(2) = 0
    X(3) = TA
    out(1)=0
    GOTO 100
15  X(3) = TA + (QPV + UE*(TW - X(1)))/UC
C   DETERMINE PERFORMANCE AND SET OUTPUTS
    CALL DYNAMICDATA(LUEQ,NX,NVAL,NY,X,Y,INFO,*19)
    CALL LINKCK('TYPE242','DYNAMICDATA',1,99)
19  CONTINUE
    IF(ErrorFound()) RETURN 1
    DO I=1,NY
    OUT(I)=GAM*Y(I)
    ENDDO
    CALL DYNAMICDATA(LUEK,NX1,NVAK,NY1,X,Y1,INFO,*20)
    CALL LINKCK('TYPE242','DYNAMICDATA',1,99)
20  CONTINUE
    IF(ErrorFound()) RETURN 1
    DO J=1,NY1
    OUT(J+4)=GAM*Y1(J)
    ENDDO
    QCAP = UE*(TW - X(1))
    QP = ABS(QPV - OUT(1))
    QC = ABS(QCAP - OUT(5))
    IF ((QP.LT.0.01*QPV).AND.(QC.LT.0.01*QCAP)) GOTO 100
    XIN(3) = XIN(3)+ DRPM
    IF(XIN(3).GT.3500) GOTO 40
    Goto 10

```

```
40  XIN(2) = XIN(2) + 2.d-2
    XIN(3) = 2000
    IF (XIN(2).GT.10) GOTO 50
    Goto 10
50  XIN(2) = -30
    XIN(3) = 2000
    QPV = OUT(1)
    GOTO 10
    DIF = QPV - OUT(1)
    IF (DIF.GT.0) goto 55
    QCAP = 0
    X(1) = TW
    X(2) = 0.d0
    X(3) = TA
    GOTO 100
55  XIN(5) = XIN(5) - 2.d-1
    GOTO 10
C   OUTPUTS
100 OUT(2) = X(1)
    OUT(3) = X(2)
    OUT(4) = X(3)
    OUT(6) = QCAP
    OUT(7) = QPV
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Основной алгоритм подпрограммы, написанной на Visual Compaq Fortran 6 для элемента, который имитирует резервуар с хладагентами

```

-----
  IF(INFO(8).EQ.4) then
    NITEMS=1
    TI=TWI
    STORED(1)=TWI
    CALL setStoragevars(stored,NITEMS,INFO)
  ENDIF
  if(INFO(8).GT.4) THEN
    NITEMS=1
    CALL DIFFERENTIAL_EQN(TIME,AA,BB,TI,TF,TBAR)
    STORED(1)=TF
    CALL setStoragevars(stored,NITEMS,INFO)
  C-----
    out(1)=Ti
    out(2)=Tf
    out(3)=Tbar
  -----

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Основной алгоритм подпрограммы, написанной на Visual Compaq Fortran 6 для элемента, который представляет объединение Type241, Type242 и Type239

```

-----
IF(INFO(1).NE.IUNIT) THEN
!reset the unit number
IUNIT=INFO(1)
ITYPE=INFO(2)
!read the parameter values
LUEQ=JFIX(PAR(1)+0.1)
NX=JFIX(PAR(2)+0.1)
-----
DO J=1,NX1
NVAK(J)=JFIX(PAR(J+10)+0.1)
ENDDO
ENDIF
CPERFORM CALCULATIONS
cs=XIN(1)
IF (XIN(5). LT.40) then
cs=0
endif
IF (XIN(5). GT. 40.OR.XIN(5).EQ.40. and.XIN(5).LT.70) then
OU1=XIN(5)
OU2=0
OU3=0
OU4=0
OU5=1
OU6=0
OU7=0
OU8=0
endif
-----
IF (XIN(5).GT.280.OR.XIN(5).EQ.280) then
OU1=70
OU2=70
OU3=70
OU4=70
OU5=1
OU6=1
OU7=1
OU8=1

```

```

endif
ou9=ou5+ou6+ou7+ou8
C INPUTS
10GAM=cs
  QPV= ou1
  TW=XIN(6)
  TA=XIN(7)
  UE=XIN(8)
  UC=XIN(9)
  DO I=1,NX
    X(I)=XIN(I+1)
  ENDDO
-----

  IF(ErrorFound()) RETURN 1
  DO J=1,NY1
    OUT(J+4)=GAM*Y1(J)
  ENDDO
-----

  IF ((QP.LT.0.01*QPV).AND.(QC.LT.0.01*QCAP)) GOTO 100
  XIN(3) = XIN(3)+ DRPM
  IF(XIN(3).GT.3500) GOTO 40
  Goto 10
40XIN(2) = XIN(2) + 2.d-2
  XIN(3) = 2000
  IF (XIN(2).GT.10) GOTO 50
  Goto 10
50XIN(2) = -30
  XIN(3) = 2000
  QPV = OUT(1)
-----

  GOTO 100
55XIN(5) = XIN(5) - 2.d-1
  GOTO 10
-----

```


ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Основной алгоритм подпрограммы, написанной на Visual Compaq Fortran 6 для элемента, который обрабатывает данные с компрессора и резервуара и высчитывает массу образовавшегося льда

```
-----  
if(info(7).Eq.0) then  
    nitems=1  
    CALL GETSTORAGEVARS(STORED,NITEMS,INFO)  
    Q1=Qe*delt/93+Stored(1)  
-----  
if(info(7).Eq.0) then  
    nitems=1  
    CALL GETSTORAGEVARS(STORED,NITEMS,INFO)  
    Q1=Stored(1)-Ql*delt/93  
-----
```