**Международная Объединенная Академия Наук
Межрегиональный Гуманитарно-Технический Университет**

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник научных трудов

**по материалам
XXVI международной научной конференции**

12 декабря 2019 г.

Санкт-Петербург 2019

УДК 501
ББК 30

Н34

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук.
Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научно-практической конференции 12 декабря 2019 г. Изд. ЦНК МОАН, 2019. – 36с.

SPLN 001-000001-0546-TT
DOI 10.18411/sciencepublic-12-12-2019
IDSP sciencepublic-12-12-2019

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXVI международную научно-практическую конференцию
Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY и наукометрическую базу SPINDEX

Электронная версия сборника доступна на сайте ЦНК МОАН. Сайт центра: conf.sciencepublic.ru

УДК 501
ББК 30

SPLN 001-000001-0546-TT

<http://conf.sciencepublic.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	4
Котельников Л.Н. Регуляризация температурного поля наклонного термосифона, заполненного водой, в режиме термостатирования.....	4
Джаватов Д.К. Проблемы повышения эффективности электроэнергетического освоения Кумухского месторождения термальных вод.....	9
Маликова Е.А., Рогатовских Т.М. Геотермальная энергия.....	14
Орехов Д.А. Технология сварки углеродистых и низколегированных сталей	15
Турчаников Г.И., Левченко М.М. Разработка структуры баз данных для хранения нормативно-технической документации по прочности гражданских самолетов и обработки статистической информации по безопасности полетов.....	18
 РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	 25
Гридчин В.С., Альбекова З.М., Балаев В.А., Чаплыгин Н.А. Современное области применения машинного обучения.....	25
Сацук М.М., Терехова В.С., Попов А.А. Разработка программного обеспечения для повышения производительности программных продуктов, разработанных на игровом движке «Unity»	27
Синицын С.В., Семикина Е.В., Долбилов А.Д. Повышение эффективности автоматических систем управления за счет упрощения программно-алгоритмического обеспечения	30
Хемт Ф.С., Альбекова З.М., Шестан В.Б. Информационные системы в управлении человеческими ресурсами	33

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Котельников Л.Н.

Регуляризация температурного поля наклонного термосифона, заполненного водой, в режиме термостатирования

ООО Центр метрологических исследований «Урал-Гео»
(Россия, Уфа)

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-01

idsp: sciencepublic-12-12-2019-01

Аннотация

Экспериментально исследованы параметры неоднородности температурного поля, время регуляризации температурного режима в экспериментальном образце водяного термостата с естественной циркуляцией, работающего на основе принципа однофазного наклонного термосифона. Экспериментально исследовано влияние пульсаций температуры на погрешность сличения показаний цифровых термометров. На основе полученных результатов сделан вывод об эффективности использования термостата с наклонной термокамерой для калибровки каналов измерения температуры и давления скважинной аппаратуры в диапазоне 100-150 °С и более.

Ключевые слова: наклонный термосифон, термостат, регуляризация температурного поля, калибровка, скважинный прибор, канал измерения температуры

Увеличение глубин разведочных и эксплуатационных нефтяных и газовых скважин и расширение географии осваиваемых нефтегазовых месторождений в России и в странах СНГ привели к усложнению геотермических условий в скважинах. На ряде нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири максимальные значения температуры на забое эксплуатационных и разведочных скважин составляют 110- 150 °С и более. [4]. Высокие температуры пластов в южных областях России и в Прикаспии привели к необходимости разработки скважинных преобразователей температуры с верхним пределом измерений в 150 °С и более ещё в 80-х годах прошлого века. [7]. В последние годы для нужд нефтегазового комплекса России и стран СНГ была разработана высококачественная комплексная скважинная аппаратура (КСА) с верхним пределом рабочей температуры 120-150 °С. Созданы опытные образцы (КСА) с верхним пределом рабочей температуры 177 °С. Для калибровки каналов измерения температуры (КИТ) и каналов измерения давления (КИД) КСА необходимы термостаты с рабочей объёмом, позволяющим размещать в нём крупногабаритные скважинные приборы. Поэтому метрологическое оборудование, применяемое для калибровки датчиков температуры в системе Росстандарта не пригодно для калибровки скважинных приборов.

Для калибровки КИТ и КИД КСА в диапазоне 0- 100 °С используются водяные термостаты с принудительной циркуляцией. Использование водяных термостатов для калибровки КСА в диапазоне 100- 150 °С и выше сдерживается отсутствием доступных и надёжных малогабаритных циркуляционных водяных насосов. А использование для калибровки в диапазоне 100- 150 °С и более термостатов с высокотемпературным теплоносителем типа ПМС снижает экономические показатели ремонтно- поверочных лабораторий и увеличивает пожароопасность работ.

Решение этой проблемы может быть найдено путём применения термостатов с естественной конвекцией воды на основе однофазного либо двухфазного термосифона с герметизацией рабочей полости. Экспериментальные исследования теплового

режима такого термостата с вертикальной термокамерой диаметром 160 мм и длиной 2000 мм, проведенные в ВНИИнефтегеофизика в 1990 г. показали [5], что средний градиент температуры в рабочей зоне составил 0,4 °С/м, а время достижения регулярного теплового режима [8] естественного охлаждения после отключения форсированного нагрева составило 26-30 мин. Такое значительное время регуляризации теплового режима уменьшает эффективность работы при градуировке и калибровке скважинной аппаратуры.

В последние годы усилился интерес к исследованиям теплового режима наклонных термосифонов, заполненных различными видами теплоносителей, для отвода избыточного тепла. Это вызвано тем, что в наклонном положении резко улучшаются теплогидравлические характеристики термосифона [1]. Экспериментальные исследования термосифона, заполненного водой, с диаметром трубы 20 мм показали, что при отклонении от вертикали на 60°, коэффициент теплоотдачи для радиального потока тепла увеличивается в 3, 5-6 раз [9]. Исследования турбулентного режима теплообмена наклонного термосифона, заполненной жидким натрием, показали, что при отклонении от вертикального положения на 65° интенсивность теплообмена в осевом направлении увеличивается более чем в 10 раз [2].

В опубликованных источниках отсутствуют результаты исследований теплового режима наклонного термосифона, заполненного водой, с теплоизолированной полостью при минимальных потоках тепла в радиальном и осевом направлениях, что характерно для режима термостатирования. Отсутствуют также результаты исследований динамики установления регулярного теплового режима. Геометрические размеры исследуемых образцов термосифонов в опубликованных работах не соответствуют требованиям, предъявляемым к размерам термокамеры для калибровки КСА.

Цель данной работы – обосновать эффективность использования термостата на основе термосифона, заполненного водой, с наклонной теплоизолированной термокамерой, для калибровки КИТ и КИД КСА с верхним пределом рабочей температуры 120-150 °С и более.

Для достижения этой цели необходимо исследовать зависимость параметров неоднородности температурного поля экспериментального образца термостата от угла наклона термокамеры, динамику установления регулярного теплового режима естественного охлаждения, влияние пульсаций температуры в рабочем объеме на погрешность калибровки КИТ.

Описание экспериментальной установки

Основой экспериментальной установки является термокамера, изготовленная из трубы диаметром 154х2 мм и длиной 2500 мм с приваренными к ней фланцами. Материал термокамеры – нержавеющая сталь. На съёмной крышке нижнего фланца установлен электрический нагревательный элемент мощностью 4 кВт и две гильзы для датчиков термометров сопротивления. На съёмной крышке верхнего фланца приварены две втулки, в которых установлены два продольных экспериментальных зонда длиной 2000 мм из нержавеющих труб диаметром 6х0,5 мм с размещёнными в них двумя датчиками термометров сопротивления типа ТС-1388. Предусмотрена возможность перемещения датчиков в любую точку зондов. Кроме этого на верхнем фланце приварены два штуцера для герметизации в термокамере двух гибких зондов из термостойкой резины, в которых размещены гибкие кабели двух дополнительных датчиков термометров сопротивления ТС-1388. Эти датчики могут быть зафиксированы в любой точке рабочего объема термокамеры с помощью перемещаемых двух опор, прикрепляемых к продольным зондам.

Наружная боковая поверхность термокамеры теплоизолирована скорлупами из пенополиуретана толщиной 50 мм в соответствии с требованиями к качеству теплоизоляции, изложенными в [6]. Термокамера установлена на основании с возможностью изменения угла наклона к горизонту от 0 до 90 ° и снабжена предохранительным клапаном, электроконтактным манометром, вентилями для наполнения термокамеры водой и выхода пара в процессе испарительного охлаждения, а также герметичным компенсатором объёма расширяющейся при нагревании воды.

Кабели термометров сопротивления подключены по четырёхпроводной схеме к цифровым преобразователям температуры. Для регистрации показаний использована программа «Terminal.exe», позволяющая производить синхронную цифровую регистрацию показаний термометров сопротивления с интервалом от 1 с и более.

Метрологическое обеспечение

Перед выполнением экспериментальных исследований все используемые термометры сопротивления в комплекте с цифровыми преобразователями проходили градуировку в калибраторах температуры КТ- 110 и КТ- 500. После градуировки была проведена взаимная градуировка термометров в комплекте с цифровыми преобразователями в калибровочном пенале в термостате с глубиной погружения в теплоноситель не менее 500 мм. При этом показания одного из комплекта измерителей температуры принимались за эталонные. Для остальных измерителей температуры создавалась таблица поправок на показания по отношению к показаниям измерителя, принятому за эталонный. После регистрации пространственной разности температуры в процессе проведения экспериментальных исследований результаты измерений корректировались с учётом таблицы поправок. Описанная методика позволила уменьшить погрешность измерения пространственной разности температур до 0,02 К при абсолютной погрешности измерений температуры 0,1- 0,15 К.

Исследуемые параметры температурного поля

В процессе проведения исследований основное внимание уделялось решению задач для достижения выше поставленной цели:

- 1) определение параметров неоднородности температурного поля в рабочей зоне;
- 2) определение времени регуляризации температурного поля после отключения форсированного нагрева;
- 3) определение влияний пульсаций температуры на погрешность калибровки КИТ.

Исследование параметров неоднородности температурного поля

В процессе исследований определялись следующие параметры неоднородности температурного поля в рабочей зоне длиной 2000 мм:

- а) среднее значение осевого градиента температуры;
- б) градиент температуры по ширине поперечного сечения термокамеры;
- в) градиент температуры по высоте поперечного сечения термокамеры.

В процессе определения параметров неоднородности температурного поля выполнялась синхронная регистрация показаний измерителей температуры. Для показаний каждого измерителя находилось среднее значение из 10 отсчётов.

При определении среднего значения осевого градиента температуры в рабочей зоне устанавливали по оси термокамеры с интервалом 600 мм датчики 4-х измерителей температуры. Результаты исследований отражены на рис.1 в виде зависимости среднего значения осевого градиента от угла наклона оси термокамеры к горизонту в контрольной температурной точке 150 °С.

Рис 1. Зависимость градиента температуры от угла наклона термокамеры к горизонту при 150 °C

Для определения неравномерности температуры по ширине поперечного сечения термокамеры использовались показания 3-х измерителей температуры. Датчик одного из измерителей устанавливали в центре поперечного сечения. Датчики двух других измерителей устанавливали справа и слева от первого датчика с интервалом 50 мм. При этом измерения производились в тех же точках по длине термокамеры, что и при определении осевого градиента температуры.

В результате исследований было установлено, что по ширине поперечного сечения измеренные значения неравномерности не превышают разрешающей способности измерителей температуры- 0,01 K.

Для определения градиента температуры по высоте поперечного сечения термокамеры использовались также показания 3-х измерителей температуры. Датчик одного из измерителей устанавливали в центре поперечного сечения термокамеры. Датчики двух других измерителей устанавливали симметрично выше и ниже датчика первого измерителя на расстоянии от него 50 мм.

Результаты измерений показали, что в контрольной температурной точке 150 °C средний градиент температуры не превышает значения 0,01 K/ см. При этом градиент температуры выше оси термокамеры имеет положительное значение, а градиент температуры ниже оси термокамеры имеет отрицательное значение.

Исследование времени регуляризации температурного режима

Время регуляризации температурного режима определялось в двух вариантах:

- без скважинных приборов;
- с двумя скважинными приборами типа КСА-Т12.

Для определения времени регуляризации включали форсированный нагрев термокамеры на интервал времени не менее 10 мин. После достижения значения температуры воды в термокамере 120 °C отключали нагрев и производили регистрацию температуры в термокамере двумя измерителями температуры, удалёнными от верхнего фланца на расстояние 500 мм и 1000 мм. За время регуляризации принимали максимальное время достижения постоянной скорости охлаждения теплоносителя. Указанную операцию проводили при различных углах наклона термокамеры с шагом в 10°. Результаты измерений представлены на рис. 2. При определении времени регуляризации по второму варианту учитывалось дополнительно время регуляризации показаний скважинных приборов.

Рис.2. Время регуляризации температурного режима. Ряд 1- без скважинных приборов. Ряд 2-с двумя скважинными приборами

Определение погрешности калибровки, вызванной пульсациями температуры в термокамере

Для определения погрешности калибровки, вызванной несинхронностью прохождения температурных волн, фиксируемых как случайные колебания температуры, выполняли синхронную регистрацию показаний двух измерителей температуры, датчики которых размещались в одном поперечном сечении термокамеры. При этом в одной серии измерений один датчик размещался в центре поперечного сечения, а другой датчик – на расстоянии 50 мм по ширине поперечного сечения. В другой серии измерений два датчика измерителей температуры размещались на расстоянии 10 мм друг от друга. После наступления регулярного теплового режима охлаждения в контрольной температурной точке выполняли синхронную регистрацию не менее 30 пар показаний с интервалом времени 2 с. Определяли среднее значение показаний двух датчиков. За погрешность калибровки, вызванную случайными колебаниями температуры, принимали разность средних значений показаний двух датчиков.

Результаты исследований. При расстоянии между датчиками 50 мм искомая погрешность составила 0,04 К. При расстоянии между датчиками 10 мм искомая погрешность составила 0,02 К. Для повышения точности сличения показаний эталонного измерителя температуры с показаниями КИТ необходимо датчик эталонного измерителя температуры приближать к датчику КИТ КСА и выполнять сличение показаний в режиме многократных отсчётов и осреднения результатов измерений.

Обсуждение результатов исследований

Результаты исследований параметров неравномерности температурного поля в термокамере показывают, что при углах наклона термокамеры к горизонту в диапазоне 20- 35 ° эти параметры не уступают аналогичным параметрам установки УКСТМ- 100 с принудительной циркуляцией воды с верхним пределом рабочей температуры 100 °С. Но при этом верхний предел рабочей температуры наклонной термокамеры с естественной циркуляцией составляет 180 °С.

Результаты исследований времени регуляризации температурного поля показывают, что при углах наклона термокамеры к горизонту в диапазоне 20-35° время регуляризации температурного поля уменьшается в 12 раз по сравнению с вертикальной термокамерой для случая без скважинных приборов, и в 6 раз для случая термокамеры с двумя скважинными приборами. Этот эффект объясняется резким

уменьшением теплогидравлического сопротивления термокамеры при указанных оптимальных углах наклона, обеспечивающим высокую изотермичность теплоносителя, а также относительно малой тепловой инерцией слоя теплоизоляции термокамеры. Расчётное время показателя тепловой инерции теплоизоляционной оболочки, рассчитанное по формулам, приведенных в [3] составляет 27 с.

Выводы

Экспериментальные исследования температурного поля термокамеры в режиме работы однофазного наклонного термосифона показали перспективность использования термостата с естественной циркуляцией воды для повышения эффективности и точности калибровки КИТ КСА при температурах 100-150 °С и более. Не вызывает сомнения и применимость такого термостата для калибровки КИД, а также для проверки работоспособности всех каналов КСА в диапазоне температур 100-150 °С и более. Для некоторых частных случаев, например, для определения времени выдержки в контрольной температурной точке при калибровке скважинного кварцевого манометра, необходимы дополнительные исследования.

Работа была выполнена за счёт внутренних средств предприятия. Основанием для проведения работы послужили результаты испытаний макетного образца термостата с наклонной термокамерой.

1. Белов А. А. Экспериментальное исследование теплогидравлических характеристик наклонных термосифонов для охлаждения объектов ядерной энергетики. Автореф. дис. на сиск. учёп. степ. канд. технич. наук. (05.11. 03)/ Белов Алексей Анатольевич; Научно-произв.объединение по исследованию и проектированию энергет. Оборудования им И.И Ползунова СПб, 2007, 22 с.
2. Васильев А. Ю., Колесниченко И. В., Мамыкин А. Д., Фрик П. Г., Халилов Р. И., Пахолков В. В.. Турбулентный конвективный теплообмен в наклонной трубеПлавник А. Г., , заполненной натрием. Журнал технической физики, 2015, том 85, вып. 9, с. 45- 49.
3. Дульнев Г. Н. Теория тепломассообмена. СПб, 2012, 195 с.
4. Казаненков В. А., Курчиков А. Р., Плавник А. Г., Шапорина М. Н. Геотермические условия и нефтегазоносность тюменской и малышевской свит западносибирского бассейна. Геология и геофизика, 2019, т. 60, С. 209-216.
5. Котельников Л. Н. Метрологическое обеспечение температурных измерений в скважинах // Метрологическое обеспечение геофизических исследований скважин. Гл. 9.2. М.: Недра, 1991. С. 196- 203.
6. Котельников Л. Н. Повышение точности калибровки канала измерения температуры // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2017. Вып.2(296) С. 57-66.
7. Шапошников М. Ю. Импульсный измерительный преобразователь скважинного термометра. // Геофизические исследования эксплуатационных скважин. (Тр. ВНИИ нефтепромгеофизики, вып.15), Уфа, 1985, С. 49-54.
8. Ярышев Н. А. Теоретические основы измерений нестационарных температур. Л.1967. 300 с.
9. G. S. H. Lock. Natural Convection in the inclined Cranked Thermosyphon. Journal of Heat Transfer. P.166- 172, Vol. 115, February 1993.

Джаватов Д.К.

Проблемы повышения эффективности электроэнергетического освоения Кумухского месторождения термальных вод

*ФГБУН «Институт проблем геотермии» ДНЦ РАН
ФГБОУ ВО ДГУ
(Россия, Махачкала)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-02

idsp: sciencepublic-12-12-2019-02

Кумухское месторождение термальных вод (ТВ) расположено на Северодагестанской равнине. На месторождении в триасовых отложениях, на глубине 4850 м, залегает водоносный горизонт эффективной мощностью 65 м.

Температура подземных вод в пластовых условиях составляет – 180 °С, минерализация –140–160 г/л, пластовое давление – 53,3 МПа, пористость – 16%, проницаемость – $0,5 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ [1].

Высокопотенциальные ТВ месторождения имеют большую перспективу, с точки зрения использования их тепла для получения электрической энергии на геотермальных электростанциях (ГеоЭС). Ввиду высокой степени минерализации, электроэнергетическое освоение таких ресурсов целесообразно только использованием технологии двухконтурных (бинарных) ГеоЭС на низкокипящих рабочих агентах.

Бинарные ГеоЭС включают как геотермальную циркуляционную систему (ГЦС), в контуре которой циркулирует ТВ, так и паротурбинную установку (ПТУ), где циркулирует низкокипящий вторичный теплоноситель. Использование ГеоЭС такого типа значительно увеличивает перспективы геотермальной энергетики, а также повышает конкурентоспособность геотермальной энергии по сравнению с традиционной.

При строительстве бинарной ГеоЭС наиболее важное значение имеет выбор рабочего тела во вторичном контуре, обладающего рядом свойств. Термодинамический анализ работы ПТУ, в основе которой лежит цикл Ренкина, позволил определить наиболее перспективный рабочий агент – изобутан [2], который обладает рядом преимуществ (лучшие теплофизические свойства, совместимость с маслами, не вызывает коррозии оборудования энергоустановок, невысокая стоимость и экологическая безвредность).

Главной целью строительства ГеоЭС является получение максимальной полезной мощности с минимизацией капитальных затрат на ее создание. Капитальные затраты составляют основную статью расходов создания ГеоЭС, и оптимизация параметров ГЦС с учетом этих затрат, позволит повысить эффективность функционирования ГеоЭС.

Другим направлением повышения мощности ГеоЭС является увеличение производительности ГЦС.

Просчитаем различные варианты создания бинарной ГеоЭС на Кумухском месторождении и проведем оценку их эффективности.

Для улучшения термодинамических характеристик ГеоЭС проведем оптимизацию технологических параметров первичного контура ГеоЭС – дебит системы, диаметры скважин, расстояние между скважинами, обеспечивающие минимум функционала (1).

За критерий оптимальности будем рассматривать функционал удельных капитальных затрат, определяемый по формуле [3]:

$$F = S / N_n \quad (1)$$

где S – капитальные затраты в строительство ГЦС и наземной коммуникации, отн.ед.; N_n – полезная мощность ГеоЭС, кВт.

Принудительный характер закачки отработанного теплоносителя и значительные энергозатраты на обратную закачку является основным недостатком ГЦС. В связи с чем актуальна проблема изучения изменения энергозатрат на обратную закачку теплоносителя в ГЦС и выбор оптимального режима ее эксплуатации [5].

Для сравнения рассмотрены два вида термодинамических цикла ПТУ, в основе работы которых лежит цикл Ренкина – докритический и сверхкритический [2]. Проведем оценку эффективности ГеоЭС в каждом из этих циклов.

Оптимальные значения удельной полезной мощности энергоустановки (турбины) N_3 (кВт), массового расхода m (кг/с) и давления испарения P_H (МПа) низкокипящего рабочего агента в расчете на 1кг/с расхода термальной воды при температуре теплоносителя $T_T=180$ °С, в докритическом цикле и сверхкритическом циклах, составляют, соответственно [2]:

$$N_3=76,6 \text{ кВт}; m=1,25 \text{ кг/с}; P_H=3,4 \text{ МПа и } N_3=101,1 \text{ кВт}; m=1,54 \text{ кг/с}; P_H=5,0 \text{ МПа.}$$

Температура отработанной термальной воды, закачиваемой обратно в пласт, при этом составляет $T_H=55\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $T_H=42\text{ }^{\circ}\text{C}$ для этих циклов, соответственно.

Проведем расчеты основных технологических параметров ГеоЭС для Кумухского месторождения ТВ, при различных значениях диаметров скважин ГЦС. Соответствующие формулы для расчета основных технологических параметров приведены в работах [2, 4].

Анализ данных проведенных расчетов показывает существование оптимума удельных капитальных затрат (табл.2). Оптимизация по критерию (1) дает следующие значения диаметров: $d_H=d_0=0,257\text{ м}$ – в докритическом и $d_H=d_0=0,254\text{ м}$ – в сверхкритическом циклах. При этом полезная мощность в сверхкритическом цикле на 34% выше, значения в докритическом цикле, а удельные капитальные затраты – на 31% меньше. Создание ГЦС с различными диаметрами добычной и нагнетательной скважин и ее оптимизация еще более улучшает эти показатели (табл.1).

Таблица 1.

Параметры ГеоЭС в докритическом и сверхкритическом циклах Ренкина и оптимальные значения этих параметров

$d_H=d_0, \text{ м}$	Докритический цикл						Сверхкритический цикл Ренкина						Относительное изменение полез. мощности в циклах, %	Относит. изменение уд. кап. зат. в циклах, %
	Расстояние между скважинами, м	Дебит ГЦС, м ³ /с	Давление нагнетания, МПа	Мощ. нагнет. насоса, МПа	Полезная мощность, МВт	Удельные капитальные затраты, отн. ед./МВт	Расстояние между скважинами, м	Дебит ГЦС, м ³ /с	Давление нагнетания, МПа	Мощ. нагнет. насоса, МПа	Полез. мощность, МВт	Удельные капитальные затраты, отн. ед./МВт		
0,1	662	24,8	22,3	0,5	1,3	1,1	660	24,7	22,2	0,56	1,93	0,76	+48	-32
0,15	1072	65,2	21,3	1,4	3,5	0,61	1062	63,9	21,0	1,38	5,01	0,43	+43	-42
0,18	1318	98,6	20,6	2,1	5,4	0,5	1298	95,6	20,0	1,97	7,7	0,36	+42	-39
0,21	1556	137,3	19,7	2,8	7,7	0,45	1522	131,4	19,0	2,58	10,7	0,33	+39	-36
0,24	1779	179,6	18,7	3,5	10,2	0,43	1727	169,2	17,9	3,13	13,4	0,32	+31	-34
0,26	1918	208,8	18,0	3,9	12,1	0,42	1852	194,5	17,2	3,45	16,2	0,32	+34	-31
0,27	1985	223,4	17,7	4,1	13,0	0,43	1910	206,8	16,9	3,6	17,3	0,32	+33	-34
0,28	2048	238,0	17,4	4,3	13,9	0,44	1965	219,0	16,6	3,74	18,4	0,33	+32	-33
0,29	2109	252,3	17,1	4,45	14,9	0,44	2017	230,8	16,2	3,86	19,5	0,34	+31	-29
0,30	2168	266,5	16,8	4,6	15,8	0,45	2067	242,3	15,9	3,97	20,5	0,35	+30	-28
Результаты оптимизации														
$d_H=0,266$ $d_0=0,247$	1992	225,1	22,3	5,1	12,0	0,42	$d_H=0,262$ $d_0=0,244$	244,5	31,4	7,9	16,8	0,293	+40	-43
$d_H=d_0=0,257$	1986	223,8	22,4	5,14	12,1	0,42	$d_H=d_0=0,254$	243,0	31,3	7,86	16,7	0,296	+38	-42

Бурение горизонтальных скважин и скважин с большим диаметром позволяет получать достаточно большие дебиты, но при этом растут и капитальные затраты на их бурение [4,5].

Проведем сравнительную оценку эффективности ГеоЭС для разных технологических схем строительства ГЦС.

Расчеты проведем для следующих схем ГЦС:

- ГЦС с вертикальной добычной и вертикальной нагнетательной скважинами (ВС);
- ГЦС с вертикальной добычной и горизонтальной нагнетательной скважинами (ВГС);
- ГЦС с горизонтальной добычной и горизонтальной нагнетательной скважинами (ГС);

Для каждой схемы также рассмотрим два термодинамических цикла ПТУ – докритический и сверхкритический [2].

Рассмотрим несколько вариантов расчетов:

- вариант 1 – для ГЦС с вертикальной добычной и вертикальной нагнетательной скважинами определяется оптимальное значение диаметра добычной и нагнетательной скважин при условии, что они равны ($d_d = d_n$). Для этих же значений диаметров просчитаны оптимальные параметры для ГЦС с вертикальной добычной и горизонтальной нагнетательной скважинами, и для ГЦС с горизонтальными добычной и нагнетательной скважинами;
- вариант 2 – для каждого из 3-х типов ГЦС отдельно определяются оптимальные значения диаметра добычной и нагнетательной скважин при условии, что они равны ($d_d = d_n$);
- вариант 3 – для каждого из 3-х типов ГЦС определяются оптимальные значения диаметров добычной и нагнетательной скважин при условии, что они могут быть разными ($d_d \neq d_n$).

В дополнение, для ГЦС с горизонтальными добычной и нагнетательной скважинами были проведены расчеты, с учетом анизотропности (разных значений горизонтальной и вертикальной проницаемости) пласта ($k < k_r$, $k > k_r$).

При расчетах также учитывается зависимость вязкости от температуры закачиваемого теплоносителя на забое скважины, от величины которой зависит величина фильтрационных потерь давления в пласте, а значит и полезная мощность ГЦС.

Соответствующие формулы для расчета основных технологических параметров приведены в работах [2,4].

В табл.2 и табл.3 приведены основные оптимальные технологические параметры ГеоЭС сравниваемых вариантов для разных схем ГЦС, для месторождения ТВ - Кумухское.

Таблица 2

Основные оптимальные параметры геотермальной электростанции для разных технологических схем геотермальной циркуляционной системы (докритический цикл)

Технологическая схема ГПС	Диаметр добычной скважины, м	Диаметр нагнетательной скважины, м	Длина горизонтального ствола добычной скважины, м	Длина горизонтального ствола нагнетательной скважины, м	Докритический цикл Ренкина					
					Расстояние между скважинами, м	Дебит ГПС, кг/с	Давление нагнетания, МПа	Мощность нагнетательного насоса, МПа	Полезная мощность, МВт	Удельные капитальные затраты, отн. ед./МВт
Вариант 1										
BC	0,247	0,247	-	-	2111	257	23,30	5,21	14,49	0,238
BГC	0,247	0,247	-	231	2216	283	20,26	4,99	16,70	0,219
ГC, $k < k_r$	0,247	0,247	20	332	2253	293	23,99	6,10	16,31	0,232
ГC, $k = k_r$	0,247	0,247	14	235	2282	300	23,91	6,24	16,76	0,219
ГC, $k > k_r$	0,247	0,247	10	166	2310	308	24,25	6,49	17,09	0,211
Вариант 2										
BC	0,247	0,247	-	-	2111	257	23,30	5,21	14,49	0,238
BГC	0,285	0,285	-	276	2616	395	19,61	6,73	23,52	0,214
ГC, $k < k_r$	0,277	0,277	26	382	2579	384	23,78	7,93	21,46	0,228
ГC, $k = k_r$	0,286	0,286	20	280	2713	425	23,66	8,74	23,80	0,214
ГC, $k > k_r$	0,292	0,292	14	204	2819	458	23,59	9,40	25,71	0,204
Вариант 3										
BC	0,255	0,237	-	-	2116	258	23,30	5,23	14,56	0,236
BГC	0,298	0,273	-	291	2646	404	19,57	6,87	24,05	0,210
ГC, $k < k_r$	0,291	0,265	26	405	2609	393	23,62	8,06	22,01	0,223
ГC, $k = k_r$	0,299	0,273	19	296	2739	433	23,52	8,85	24,30	0,210
ГC, $k > k_r$	0,304	0,280	14	215	2842	466	23,48	9,51	26,18	0,201

Таблица 3

Основные оптимальные параметры геотермальной электростанции для разных технологических схем геотермальной циркуляционной системы (сверхкритический цикл)

Технологическая схема ГЦС	Диаметр добычной скважины, м	Диаметр нагнетательной скважины, м	Длина горизонтального ствола добычной скважины, м	Длина горизонтального ствола нагнетательной скважины, м	Сверхкритический цикл Ренкина					
					Расстояние между скважинами, м	Дебит ГЦС, кг/с	Давление нагнетания, МПа	Мощность нагнетательного насоса, МПа	Полезная мощность, МВт	Удельные капитальные затраты, отн. ед./МВт
Вариант 1										
BC	0,238	0,238	-	-	1988	228	23,49	4,65	18,39	0,174
BГC	0,238	0,238	-	245	2111	257	20,42	4,56	21,42	0,159
ГC, $k < k_r$	0,238	0,238	40	347	2186	276	26,67	6,39	21,47	0,165
ГC, $k = k_r$	0,238	0,238	31	245	2220	284	26,85	6,63	22,10	0,156
ГC, $k > k_r$	0,238	0,238	24	173	2245	291	27,04	6,84	22,56	0,149
Вариант 2										
BC	0,238	0,238	-	-	1988	228	23,49	4,65	18,39	0,174
BГC	0,281	0,281	-	300	2557	377	19,72	6,46	31,66	0,154
ГC, $k < k_r$	0,277	0,277	52	494	2629	399	26,09	9,04	31,25	0,162
ГC, $k = k_r$	0,282	0,282	40	301	2704	422	26,17	9,60	33,05	0,150
ГC, $k > k_r$	0,288	0,288	33	219	2820	459	26,23	10,46	35,92	0,143
Вариант 3										
BC	0,246	0,228	-	-	1993	229	23,49	4,67	18,48	0,172
BГC	0,294	0,268	-	317	2586	386	19,68	6,60	32,41	0,151
ГC, $k < k_r$	0,286	0,260	48	434	2588	387	25,99	8,73	30,34	0,158
ГC, $k = k_r$	0,294	0,269	39	318	2730	430	26,03	9,73	33,74	0,148
ГC, $k > k_r$	0,30	0,276	31	231	2843	466	26,11	10,58	36,55	0,140

Анализ данных проведенных расчетов показывает, что использование ГЦС с вертикальной добычной и горизонтальной нагнетательной скважинами выгоднее, чем ГЦС с вертикальной добычной и вертикальной нагнетательной скважинами. Преимущество ГЦС с горизонтальной добычной и горизонтальной нагнетательной скважинами по сравнению с другими схемами ГЦС как по значению полезной мощности, так и по удельным капитальным затратам наблюдается, если вертикальная проницаемость равна или больше горизонтальной.

Выводы

Разработка Кумухского месторождения термальных вод геотермальными циркуляционными системами, позволит получать относительно дешевую электроэнергию и дополнительную тепловую мощность, за счет утилизации теплового потенциала отработанных рассолов на теплонасосных установках.

Строительство ГеоЭС на месторождении на основе геотермальных циркуляционных систем с горизонтальными добычной и нагнетательной скважинами позволит получать электроэнергию, с мощностью до 33 МВт и тепловую мощность, до 8 МВт. При этом годовая выработка электроэнергии составит 290 млн. кВт·ч, со стоимостью продукции более 725 млн. руб./год., а вырабатываемая тепловая мощность - 8 МВт, позволит сэкономить более 1000 т.у.т. в год.

1. Амирханов Х.И., Ятров С.Н. (1980) Проблемы геотермальной энергетики Дагестана. М.: Недра, 208 с.
2. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. - М.: Физматлит, 2008. - 376 с.

3. Алхасов А.Б., Магомедбеков Х.Г. Перспективы строительства Геотэс на базе среднепотенциальных термальных вод // Геотермия. Геотермальная энергетика. Сб. науч. тр. ИПГ ДНЦ РАН, Махачкала. - 1994. - С. 17–35.
4. Джаватов Д.К. Математическое моделирование геотермальных систем и проблемы повышения их эффективности. Махачкала: Ин-т проблем геотермии ДНЦ РАН. 2007. 248 с.
5. Джаватов Д.К., Азизов А.А. Оптимизация энергетических потерь геотермальной циркуляционной системы на обратную закачку теплоносителя. // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2016. - Вып. 4. - С. 51-56.

Маликова Е.А., Рогатовских Т.М.

Геотермальная энергия

Липецкий Государственный Технический Университет

(Россия, Липецк)

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-03

idsp: sciencepublic-12-12-2019-03

Аннотация

В статье рассмотрены достоинства и недостатки использования геотермальной энергии, способы её извлечения и перспективы развития.

Ключевые слова: геотермальная энергия, тепло земли, возобновляемые ресурсы.

В строительной индустрии будущего альтернативные источники энергии приобретают все больший потенциал, так как являются возобновляемыми ресурсами. Геотермальная энергетика – это один из видов альтернативной энергии, её источником является практически неиссякаемое тепло земных недр. Тепло земли может быть задействовано во всех сферах строительства, начиная с частных домов и офисов вплоть до промышленных зданий. Различают два направления геотермальной энергии: петротермальная (использование теплоты сухих горных пород) и гидротермальная (использование теплоты подземных вод).

Геотермальные циркуляционные системы применяются для добычи петротермальной энергии. Существует два способа извлечения теплоносителя гидротермальной энергии: фонтанный и насосный. Фонтанный способ используют при достаточном давлении в недрах земли. Соответственно, если давление слишком мало для фонтанирования, применяют насосный метод. Значимым недостатком использования подземных термальных вод является необходимость обратного поступления отработанной воды в подземные недры. Сброс термальной воды в водоёмы исключён, потому что она содержит большое количество примесей токсичных металлов [2].

Считается, что частный сектор является наиболее перспективной сферой развития геотермальной энергии, она может стать хорошей альтернативой автономному газовому отоплению. Цена эксплуатации такой системы низкая, однако размер вклада в оборудования весомый, значительно превышает затраты на оборудование для традиционного отопления, соответственно, срок окупаемости современной системы отопления велик [3].

Мировым лидером по использованию геотермальной энергии является США - 28,7%, далее идут Филиппины – 21,6%. В настоящее время геотермальная энергетика в России считается весьма перспективным направлением, уже есть районы, в которых использование тепла земли очень распространено и экономически оправдывает себя. Это происходит благодаря высокому геоэнергетическому потенциалу территорий, таких как Камчатка, Северный Кавказ, Курильские острова, Чукотка.

Рисунок 1 – Геотермальные ресурсы России

Сегодня на Камчатке 40% потребляемой энергии вырабатывается на геотермальных источниках, что превышает данные 2011 года на целых 15%. Геотермальная энергетика – это топливо будущего, потенциал которого в полной мере нам только предстоит раскрыть.

1. Алхасов, А.Б. Повышение эффективности использования геотермального тепла [Текст] / А.Б. Алхасов // Теплоэнергетика. 2003. №3
2. Рогатовских М.А., Использование альтернативной энергии в жилищном строительстве [Текст] / М.А. Рогатовских, Т.В. Кузнецова // Сборник тезисов докладов научной конференции студентов и аспирантов ЛГТУ. – Липецк, 2016. – с. 213-214.
3. Филатова, А.С. Положение и перспективы нетрадиционной возобновляемой энергетики в России [Текст] / А.С. Филатова // Известия Тульского Государственного Университета. Технические науки. 2017. №12-1.

Орехов Д.А.

Технология сварки углеродистых и низколегированных сталей

*Самарский Государственный Технический университет
(Россия, Самара)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-04

idsp: sciencepublic-12-12-2019-04

Трудности при сварке: трудно избежать образования пор из-за недостаточного раскисления основного металла. Средством борьбы с порообразованием служит снижение доли основного металла в наплавленном металле шва.

В углеродистых конструкционных сталях углерод основной легирующий элемент. От количества содержания этого элемента зависят механические свойства сталей. Низкоуглеродистые стали разделяют на стали обыкновенного качества и качественные.

В зависимости от степени раскисления стали обыкновенного качества разделяют на:

- кипящие — кп;
- полуспокойные — пс;
- спокойные — сп.

Кипящие стали содержат не более 0,07% кремния (Si). Получают сталь путем неполного раскисления стали марганцем. Отличительной особенностью кипящей стали является неравномерное распределение серы и фосфора по толщине проката. Попадание участка со скоплением серы в зону сварки может привести к появлению кристаллизационных трещин в шве и зоне термического влияния. Находясь в среде пониженных температур такая сталь может перейти в хрупкое состояние. Поддавшись сварке такие стали могут стареть в околошовной зоне.

Спокойные стали содержат не менее 0,12% кремния (Si). Получают спокойные стали при раскислении стали марганцем, кремнием, алюминием. Отличаются более равномерным распределением в них серы и фосфора. Спокойные стали меньше отзываются на нагрев, меньше склонны к старению.

Полуспокойные стали имеют средние характеристики между спокойными и кипящими сталями.

Производят углеродистые стали обыкновенного качества трех групп. Стали группы А не используют для сварки, поставляют по их механическим свойствам. Букву «А» в обозначение стали не ставят, например «Ст2».

Стали группы Б и В поставляют по их химическим свойствам, химическим и механическим соответственно. В начало обозначения стали ставят букву группы, например БСт2, ВСт3.

Полуспокойные стали марок 3 и 5 могут поставляться с повышенным содержанием марганца. В таких сталях после обозначения марки ставят букву Г (например, БСт3Гпс).

Для изготовления ответственных конструкций следует использовать обыкновенные стали группы В. Изготовление сварочных конструкций из низкоуглеродистых сталей обыкновенного качества не требует применения термической обработки.

Низкоуглеродистые качественные стали поставляют с нормальным (марки 10, 15 и 20) и повышенным (марки 15Г и 20Г) содержанием марганца. Качественные стали содержат пониженное количество серы. Для изготовления сварочных конструкций из сталей этой группы применяют стали в горячекатаном состоянии, реже стали с термической обработкой. Сварка этих сталей для повышения прочности конструкции может производиться с последующей термической обработкой.

Если в углеродистую сталь вводят специальные химические элементы, которые изначально в ней отсутствуют, то такую сталь называют легированной. Марганец и кремний считают легирующими компонентами если их содержание превышает 0,7% и 0,4% соответственно. Поэтому стали ВСт3Гпс, ВСт5Гпс, 15Г и 20Г считают одновременно низкоуглеродистыми и низколегированными конструкционными сталями.

Легирующие элементы способны образовывать соединения с железом, углеродом и другими элементами. Это способствует улучшению механических свойств сталей и снижает предел хладноломкости. Как следствие появляется возможность снизить массу конструкции.

Легирование металла марганцем влияет на повышение ударной вязкости и стойкость к хладноломкости. Сварочные соединения с марганцовистых сталей отличаются более высокой прочностью при знакопеременных ударных нагрузках. Повысить стойкость стали от атмосферной и морской коррозии можно легированием

медью (0,3-0,4%). Большинство низколегированных сталей для производства сварочных конструкций используют в горячекатаном состоянии. Механические свойства легированных сталей можно улучшить термической обработкой, поэтому некоторые марки сталей для сварных конструкций используют после термической обработки.

Свариваемость низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Низкоуглеродистые и низколегированные конструкционные стали обладают хорошей свариваемостью. Технология их сварки должна обеспечивать равные механические свойства шва и основного металла (не ниже нижнего предела свойств основного металла). В ряде случаев обусловленных условиями работы конструкции допускается снижение некоторых механических свойств шва. В шве должны отсутствовать трещины, непровары, поры, подрезы и другие дефекты. Форма и геометрические размеры шва должны соответствовать требуемым. К сварному соединению могут предъявляться дополнительные требования, которые связаны с условиями работы конструкции. Все без исключения сварочные швы должны быть долговечными и надежными, а технология обеспечивать производительность и экономичность процесса.

На механические свойства сварного соединения влияет его структура. Структура металла при сварке зависит от химического состава материала, режимов сварки и термической обработки.

Подготовку и сборку под сварку осуществляют в зависимости от типа сварочного соединения, способа сварки и толщины металла. Для выдерживания зазора между кромок и правильного положения деталей используют специально созданные сборочные приспособления или универсальные приспособления (подходят для многих простых деталей). Сборку могут выполнять с использованием прихваток, размеры которых зависят от толщины свариваемого металла. Прихватка может быть длиной 20-120 мм, а расстояние между ними 500-800 мм. Сечение прихватки равно примерно трети шва, но не более 25-30 мм². Прихватки можно выполнять ручной дуговой сваркой или механизированной сваркой в защитных газах. Прежде чем переходить к сварке конструкции прихватки зачищают, осматривают и при наличии них дефектов вырубает или удаляют другими методами. Во время сварки прихватки полностью переплавляют из-за возможного возникновения в них трещин как результат быстрого теплоотвода. Перед электрошлаковой сваркой детали размещают с зазором, который постепенно увеличивается к концу шва. Фиксация деталей для сохранения их взаимоположения выполняется с помощью скоб. Скобы должны быть на расстоянии 500-1000 мм. Удалять их необходимо по мере наложения шва.

При автоматических методах сварки следует устанавливать заходные и выходные планки. При автоматической сварке тяжело обеспечить качественный провар корня шва и предупредить прожоги металла. Для этого применяют остающиеся и съемные подкладки, флюсовые подушки. Можно также сваривать корень шва ручной дуговой сваркой или полуавтоматической в защитных газах, а остальную часть шва выполнять автоматическими методами.

Сварка ручными и механизированными методами выполняется на весу. Кромки сварочных деталей тщательно зачищают от шлака, ржавчины, масла и других загрязнений для предупреждения образования дефектов. Ответственные конструкции сваривают преимущественно с двух сторон. Способ заполнения разделки кромок при сварке толстостенных конструкций зависит от его толщины и термической обработки металла перед сваркой. Выявленные после сварки непровары, трещины, поры и другие дефекты удаляют механическим инструментом, воздушно-дуговой или плазменной резкой, после чего заваривают обратно. При сварке низкоуглеродистых сталей свойства и химический состав сварного соединения во многом зависит от используемых материалов и режимов сварки.

Подготовка к сварке. Для разделки сталей, а также подготовки кромок используют газовую, плазменную или воздушно-дуговую резку. После нее участки нагрева металла зачищают резцовым или абразивным инструментом до удаления следов термообработки. Непосредственно перед сборкой стыка кромки зачищают на ширину 20 мм до металлического блеска и обезжиривают.

Зачистка абразивным инструментом: стыки собирают в сборочных кондукторах либо с помощью прихваток, которые выполняют с полным проваром и их переплавкой при наложении основного шва. Прихватки с недопустимыми дефектами следует удалять механическим способом. На потолочные участки шва прихватки накладывать не рекомендуется, поскольку там они труднее поддаются переплавке при выполнении основного шва. На сталях 10 и 20 прихватки выполняют только с помощью присадочной проволоки. Ее поверхность должна быть чистой, без окалина, ржавчины и грязи. Очищать проволоку можно как механическим способом, так и химическим травлением в 5%-ном растворе соляной кислоты.

Турчанников Г.И., Левченко М.М.

Разработка структуры баз данных для хранения нормативно-технической документации по прочности гражданских самолетов и обработки статистической информации по безопасности полетов

*ФГУП «Центральный Аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского»
(Россия, Жуковский)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-05

idsp: sciencepublic-12-12-2019-05

Аннотация

Сформулированы требования к объему информации, необходимому для наиболее подробного описания нормативно-технической документации и сведений о

летных происшествиях в базах данных. Представлена структура баз данных, включающая свойства объектов и способы их обработки.

Ключевые слова: прочность гражданских самолетов, база данных, нормативно-техническая документация, безопасность полетов, статистика летных происшествий, Авиационные Правила, методы определения соответствия

Главной целью сертификации авиационной техники является обеспечение ее безопасности для жизни и здоровья людей, окружающей среды и имущества. Нормативно-техническая документация по сертификации гражданских самолетов, по которой производится сертификация в различных странах, непрерывно совершенствуется и обсуждается на международном уровне. Наиболее популярные – европейские и американские – требования в настоящее время практически полностью технически гармонизированы между собой.

В последнее время за рубежом существенно ускорились процессы нормотворчества в области обеспечения безопасности по условиям летной годности и, в частности, по условиям обеспечения безопасности по прочности. Это ускорение выражается в постоянном (ежегодном) переиздании нормативно-технической документации (НТД) двух наиболее высоких уровней, а именно, Европейских требований CS-25 и методов определения соответствия AMC-25 (MOC) [1], требований США FAR-25 [2] и системы рекомендательных циркуляров AC (PC). Так, в Европе выпущены в общем томе (требования CS-25 и AMC-25) в текущем столетии 23 издания, из них 8 – за последние 5 лет. Актуальное в настоящий момент издание относится к 2019 году.

В обсуждении текущих поправок к требованиям летной годности, обычно подготавливаемых совместно сертификационными агентствами Европы и США (European Aviation Safety Agency и Federal Aviation Administration), участвуют десятки стран. В то же время, отечественная практика гармонизации требований Авиационных Правил (АП) носит, как правило, запоздалый уведомительный характер и сводится к констатации при очередном издании изменений в требованиях FAA, реже EASA, многолетней давности (актуальное издание АП-25 [3] включает поправки из зарубежных требований 2007 – 2008 годов).

Отсутствие своевременного информирования о текущей международной нормативной деятельности препятствует работе по «сквозной» сертификации перспективных самолетов: специалисты ЦАГИ и ОКБ не могут своевременно, с этапа проектирования, использовать данные о последних версиях зарубежных требований и, тем более, принимать участие в их предварительном обсуждении.

В целях исправления сложившейся ситуации, в связи с принципиальными уточнениями нормативных требований ведущих стран, принятыми в 2004 – 2019 гг., в ФГУП «ЦАГИ» создана информационная база данных для хранения отечественной и зарубежной нормативно-технической документации (БД НТД) по сертификации гражданских самолетов по условиям прочности. Практическую ценность упомянутых уточнений и необходимость актуализации отечественных Авиационных Правил подтверждает то обстоятельство, что, по данным ежегодного отчета EASA по безопасности полетов [4], наибольшее количество авиационных происшествий связано с аномальным касанием ВПП; максимальное количество катастроф вызвано потерей управляемости в полете; весьма высок уровень происшествий при попадании в турбулентность (полное распределение показано на рис. 1).

Рис. 1. Распределение летных происшествий и катастроф с участием самолетов массой свыше 2250 кг в странах EASA за 2003 – 2012 годы по категориям событий, ставших их причиной

В базе данных размещен комплект действующей в настоящее время отечественной и иностранной – издаваемой FAA и EASA – нормативной документации (Авиационные Правила, методы определения соответствия, справочники), подлежащий периодической актуализации. Наряду с оригиналами иностранных документов, в базу данных включены их переводы.

Обобщение мирового опыта обеспечения безопасности прогнозирования риска в гражданском авиастроении и разработка баз данных для хранения и анализа гармонизированной нормативно-технической документации и сведений о летных происшествиях являются важной задачей. Указанные базы данных могут быть использованы для практического, обоснованного опытом эксплуатации, подтверждения достаточности актуальных требований, применяемых при сертификации отечественных самолетов к их прочности, и для обеспечения безопасности полетов не ниже мирового уровня.

Библиографическая база данных для хранения нормативно-технической документации про прочности гражданских самолетов

База данных по отечественной и зарубежной нормативно-технической документации по сертификации гражданских самолетов по условиям прочности предназначена для хранения и обработки документации трех уровней:

1. Нормы летной годности;
2. Методы определения соответствия (рекомендательные циркуляры);
3. Справочные материалы.

Рис. 2. Структура БД НТД

Материалы БД отражают историю современных версий нормативных требований после начала активных работ по их гармонизации. Имеются в наличии все выпуски CS-25, начиная с первой поправки. Таким же образом, в хронологическом порядке, выполняется хранение требований FAR-25 и АП-25.

Поскольку данная БД является библиографической, при ее разработке в качестве прототипа рассмотрены узкоспециализированные средства поиска информации, предназначенные для работы с литературными источниками. Это поисковые системы, представленные на официальных сайтах библиотек – Российской Государственной библиотеки (РГБ), Государственной публичной научно-технической библиотеки России (ГПНТБ).

Функциональные возможности БД включают в себя поиск документов и их просмотр с помощью соответствующего приложения (MS Word, Adobe Acrobat Reader), а также добавление новых документов. Главная страница БД показана на рис. 3.

Рис. 3. Главная страница БД

База данных об авиационных происшествиях и обработка статистической информации по безопасности полетов

Информация об авиационных происшествиях размещается в открытом доступе в сети Интернет как международными организациями, занимающимися обеспечением безопасности в авиации (International Civil Aviation Organization, European Aviation Safety Agency, Bureau of Aircraft Accidents Archives), так и компетентными органами отдельных стран-членов ICAO (Авиационный регистр Международного авиационного комитета в России, National Transportation Safety Board в США, Air Accidents Investigation Branch в Великобритании).

Международная организация гражданской авиации (ICAO) – специализированное учреждение ООН, деятельность которого в большей степени направлена на предотвращение авиационных происшествий (АП). Расследованием занимаются компетентные органы отдельных государств и ВЗА. На рис. 4 схематически представлено их взаимодействие.

Рис. 4. Схема взаимодействия организаций, связанных с расследованием авиационных происшествий на международном уровне и на уровне отдельных стран

Цель работы Бюро архивов авиационных происшествий (ВЗА) – сбор, обработка и архивирование сведений об АП во всем мире с участием самолетов, сертифицированных для перевозки шести и более человек, включая экипаж. База данных ВЗА [5] содержит записи, начиная с 1918 г.

Форма поискового запроса включает следующие параметры: сведения о воздушном судне (ВС) (тип самолета, авиакомпания, страна регистрации); тип АП (авария / катастрофа); обстоятельства АП (год или диапазон из нескольких лет, географическая зона, страна, тип и фаза полета); причина АП (человеческий фактор, технические неполадки, акт терроризма, погода, прочие причины, причина не установлена); количество выживших.

В массив данных об АП входят: сведения о ВС (тип самолета, авиакомпания, регистрационный номер, год выпуска, срок службы самолета, в летных часах и циклах, количество членов экипажа и пассажиров); квалификация экипажа (налет командира ВС и второго пилота, в том числе – на самолетах данного типа); обстоятельства АП (дата и время, тип и фаза полета, маршрут, номер рейса, географическая зона, страна, место происшествия, местность (равнина; горы; удаленность от аэропорта),

обстоятельства, причины); тяжесть АП (число жертв среди экипажа и пассажиров, число других жертв, общее количество жертв, количество выживших).

Межгосударственный авиационный комитет (МАК) – межправительственная организация суверенных государств региона Восточной Европы. Одним из направлений ее деятельности является расследование АП.

Пользовательский интерфейс БД МАК [6] имеет вид таблицы, каждая строка которой содержит дату и место АП, тип и регистрационный номер ВС, название компании-эксплуатанта, уровень нанесенного ущерба (без жертв или с указанием количества погибших). Информация в базе данных охватывает АП, в расследовании которых принимал участие АР МАК, с 2004 г. до настоящего времени. Встроенный фильтр позволяет отображать записи за календарный год.

Таблицу можно упорядочить хронологически, по типу ВС (в алфавитном порядке), по уровню нанесенного ущерба.

Дата АП оформлена в виде гиперссылки на описание АП и итоговый отчет о завершённом расследовании.

Недостатки БД МАК состоят в том, что отсутствуют поисковые средства, невозможно выделить сведения об АП по категории ВС, не выводится количество отображаемых записей.

Национальный Совет по безопасности на транспорте (NTSB) – это независимое агентство, расследующее АП на территории США с участием гражданской авиации.

Отчеты о расследовании АП и сведения о ВС и АП с их участием хранятся у NTSB в отдельных БД.

БД отчетов о расследовании АП [7] содержит записи, начиная с 1965 г. Визуально она представлена в форме таблицы, по столбцам которой размещены: номер расследования; дата АП; место АП (страна, штат, город); данные об отчете (номер, название, дата выпуска, ссылка для скачивания). Строки упорядочены по дате выпуска отчета.

Такая форма представления данных неудобна. Отсутствует возможность поиска по регистрационному номеру воздушного судна. Невозможно выделить отчеты о расследованиях, выполненных NTSB, из общего массива отчетов. Данные об АП с участием ВС различных категорий размещены вперемешку.

Поисковая форма БД NTSB о ВС и связанных с ними АП [8] содержит следующие параметры: дата АП (интервал продолжительностью в несколько лет или один месяц в году), место АП (страна, штат, город, широта, долгота), сведения о ВС (тип, модель, тип и количество двигателей; часть FAR, в соответствии с которой сертифицировано ВС; серийное или изготовлено любителем, компания-изготовитель, регистрация, компания-перевозчик), данные о рейсе (регулярный / нерегулярный, название и код аэропорта), информация об АП (номер происшествия в системе NTSB, авария / катастрофа, уровень тяжести травм людей на борту и повреждений ВС, погодные условия, этап полета, степень готовности отчета о расследовании, диапазон времени для поиска отчета по дате выпуска), строка текста.

Результаты поиска представлены в виде таблицы, по столбцам которой отображены: номер в системе NTSB; дата и место происшествия; модель и регистрационный номер воздушного судна; тип рейса и название компании-перевозчика; тяжесть происшествия; актуальное описание; наличие опубликованного отчета; ожидаемая дата выпуска отчета.

Форма поискового запроса и представления результатов поиска ВЗА принята с некоторыми дополнениями за прототип при создании БД АП в ФГУП «ЦАГИ». Дополнительно в нее включено наличие композиционных материалов в несущей части конструкции, которое вводится в рассмотрение впервые в международной практике и является важным для перспективных конструкций в связи с их все более широким применением. Следует подчеркнуть, что мировая авиационная общественность в лице

ИКАО и ВЗА не делает актуальные в современных условиях вопросы, связанные с поведением композиционных материалов в аварийных ситуациях, предметом особого рассмотрения.

Дальнейшее развитие БД позволит проанализировать статистику повреждений конструкций из композитов в эксплуатации, классифицировать повреждения (ударные повреждения, растрескивание, заводские дефекты), определить их повторяемость для парка ВС.

Практическая эксплуатация базы данных предполагает ее непрерывную актуализацию в результате мониторинга деятельности по расследованию летных происшествий, осуществляемой отечественными и зарубежными компетентными органами.

1. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes CS-25. Amendment 23. EASA, 2019. URL: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CS-25%20Amendment%2023.pdf>
 2. Federal Aviation Regulations, Part 25. URL: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-id?SID=55a042ec0eac60ec1310aa283ba6f587&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/Title14/14cfr25_main_02.tpl
 3. Авиационные Правила, часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории. Поправки 1 – 8. 2015 г. URL: <https://armak-iac.org/upload/iblock/06a/ap25rev8.pdf>
 4. EASA Annual Safety Review 2012. URL: <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/annual-safety-review-2012>
 5. URL: <http://www.baaa-acro.com/crash-archives>
 6. URL: <https://mak-iac.org/rassledovaniya/>
 7. URL: <https://ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Pages/aviation.aspx>
 8. URL: https://ntsb.gov/_layouts/ntsb.aviation/index.aspx
-

РАЗДЕЛ II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гридчин В.С., Альбекова З.М., Балаев В.А., Чаплыгин Н.А.

Современное области применения машинного обучения

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

(Россия, Ставрополь)

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-06

idsp: sciencepublic-12-12-2019-06

Машинное обучение – это обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают пару основных видов обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

С развитием программных продуктов и интернета искусственный интеллект начал внедряться во все основные сферы жизни человека. Такому бурному развитию способствует заинтересованность крупных компаний. Такие компании как Google или Яндекс вкладывают огромные средства в финансирование разработок искусственного интеллекта для получения новых программных продуктов. Конкуренция между IT-компаниями заставляет их нанимать лучших ученых и покупать лучшую технику, что в свою очередь двигает всю науку искусственного интеллекта в перед.

Рассмотрим работу Machine Learning на примере задачи банковского скоринга. Банк располагает данными о существующих клиентах. Ему известно, есть ли у кого-то просроченные платежи по кредитам. Задача — определить, будет ли новый потенциальный клиент вовремя вносить платежи. По каждому клиенту банк обладает совокупностью определенных черт/признаков: пол, возраст, ежемесячный доход, профессия, место проживания, образование и пр. В числе характеристик могут быть и слабоструктурированные параметры, такие как данные из соцсетей или история покупок. Кроме того, данные можно обогатить информацией из внешних источников: курсы валют, данные кредитных бюро и т. п. Машина видит любого клиента как совокупность признаков: $X_1, X_2, \dots, X_n$. Где, например, X_1 – возраст, X_2 – доход, а X_3 – количество фотографий дорогих покупок в месяц. Каждому клиенту соответствует еще одна переменная – Y с двумя возможными исходами: 1 (есть просроченные платежи) или 0 (нет просроченных платежей).

Совокупность всех данных X и Y – есть Data Set. Используя эти данные, Data Scientist создает модель F , подбирая и дорабатывая алгоритм машинного обучения.

Важной частью обучения нейронных сетей является большая обучающая выборка. В современном мире компании могут получить её из Интернета: просмотренные сайты, товары в интернет магазинах, которые смотрел пользователь собираются в огромных Data центрах и используются для машинного обучения.

Области использования машинного обучения различными компаниями абсолютно разные:

1. Область рекламы наиболее перспективна для крупных компаний. Огромные средства вкладываются в продукты, позволяющие анализировать действия пользователя в сети и предлагать строго ориентированную рекламу. Обычно данные продукты должны выполнять три основных действия – это классификация, регрессия, кластеризация. Данные алгоритмы используют все крупные компании, например, магазины вроде Amazon и Яндекс.Маркет или компании которые продают рекламу

(Google, Yahoo!). Примером данной системы может служить онлайн кинотеатр Netflix, который формирует подборку фильмов и обложки фильмов в зависимости от региона, пола или расовой принадлежности пользователя.

2. Чат-боты. Консалтинговая компания Gartner утверждает, что к 2022 году 70% всех взаимодействий компаний с клиентами будет происходить через какую-нибудь разновидность ИИ. Современные чат-боты далеки от совершенства и этому есть несколько причин: разнообразие выражений в языке, сложность определения намерений пользователя, слабое развитие технологий. Даже при таком количестве недостатков, сейчас каждая крупная компания встраивает в свои приложения ботов. Данная технология позволяет уменьшить затраты на содержание офиса call-центра, отдавая часть простых функций боту.

3. 3D моделирование. В октябре 2019 года на конференции TED компания NVIDIA представила фотореалистичную модель человека, которая в реальном времени вела данное выступление. Roble и Digital Domain's Digital Human Group представила DigiDoug (то виртуальная версия доктора Дуга Робле) на нескольких мероприятиях, демонстрируя свою современную цифровую человеческую технологию, которая управляется инерционным костюмом захвата движения и одним захватом камеры для лицевой анимации.

Чтобы создать DigiDoug, Digital Domain интегрировала машинное обучение в свой творческий процесс, но для работы техники требовалось огромное количество данных. Поэтому они начали с того, что взяли тысячи изображений лица Роб, используя различные углы и этапы освещения, чтобы захватить как можно больше данных.

Команда построила глубокую нейронную сеть, которая будет принимать эти изображения и изучать все детали лица человека – от сочетания выражений до физических деталей — чтобы она могла вычислить всю информацию, которая позволит DigiDoug действовать как реальный человек.

Рисунок 1 – Модель человека, созданная машинным обучением

4. Голосовые помощники. Многие компании начали встраивать в свои устройства голосовых помощников, самыми известными из них это Алиса, разработанная компанией Яндекс и Siri, разработки Apple. С каждым годом в них встраивается все больше функций. Начиная от поиска в Интернете, сейчас голосовые помощники могут совершать звонки, вести диалог, прокладывать маршруты или делать заказы в интернет-магазинах. Каждый помощник основан на искусственной нейронной сети, что позволяет обучать его и вводить всё больше новых функций.

1. Домингос, Педро Верховный алгоритм: как машинное обучение изменит наш мир / Педро Домингос ; пер. с англ. В. Горохова ; [науч. ред. А. Сбоев, А. Серенко]. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. ISBN 978-5-00100-172-0

2. AI для людей: простыми словами о технологиях // [Электронный ресурс] //ХабраХабр: URL - <https://habr.com/ru/company/jetinfosystems/blog/471626/>
3. Machine Learning: где деньги лежат? // [Электронный ресурс] //ХабраХабр: URL - <https://habr.com/ru/company/jugru/blog/340026/>
4. Rise of the Machine Learning: How AI Helps Create Photorealistic Digital Humans // [Электронный ресурс] // NVIDIA BLOG URL - <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/10/10/machine-learning-digital-humans/>

Сацук М.М., Терехова В.С., Попов А.А.

Разработка программного обеспечения для повышения производительности программных продуктов, разработанных на игровом движке «Unity»

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика

М. Ф. Решетнева

(Россия, Красноярск)

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-07

idsp: sciencepublic-12-12-2019-07

Аннотация

Рассматривается проблема низкой производительности программ, в частности игр, разработанных на игровом движке Unity. Целью данной работы является разработка программного обеспечения, позволяющего повысить производительность нижеперечисленных программных продуктов.

В данной статье представлены основные технические особенности Unity, а также аспекты программной реализации разрабатываемой программы. Разработка велась в кроссплатформенной среде разработки Code::Blocks на языке программирования C++.

Ключевые слова: повышение производительности, программное обеспечение, оптимизатор, игровой движок, Unity.

Abstract

The problem of low performance of programs, in particular games developed on the Unity game engine, is considered. The purpose of this work is to develop software that can improve the performance of the above software products.

This article presents the main technical features of Unity, and aspects of the software implementation of the described program. Development was conducted in the cross-platform development environment Code:: Blocks in the C++programming language.

Keywords: performance enhancement, software, optimizer, game engine, Unity.

Далее Актуальность темы исследования обусловлена большой популярностью программных продуктов, в особенности компьютерных игр, разработанных на игровом движке Unity [1]. Результаты многочисленных исследований показывают, что данная платформа обладает низкой производительностью, потреблением большого объема памяти и слабой работоспособностью на мобильных устройствах [2]. Это связано с высоким уровнем абстракции как самого основного языка программирования C#, так и самого движка, что безусловно упрощает и ускоряет процесс разработки, но сильно влияет на быстродействие.

Преимуществами данного игрового движка является [3]:

1. Игровой движок предоставляет огромное множество функциональных возможностей, с возможностью интеграции в различные программы и компьютерные игры. В это множество входит следующее: моделирование физических сред, динамические тени, карты нормалей и т.д.
2. Наличие визуальной среды разработки.

3. Межплатформенная поддержка. Под этим пунктом подразумевается не только места развертывания (установка на мобильных устройствах, игровых консолях и на персональных компьютерах), но и наличие инструментария разработки (интегрированная среда разработки может использоваться и под операционной системой Mac OS, и Windows).
4. Модульная система компонентов Unity, благодаря которым происходит конструирование игровых объектов, в то время как последние представляют собой комбинируем пакеты функциональных элементов. По сравнению с механизмами наследования, объекты в описываемом движке реализуются посредством объединения функциональных блоков, а не при помощи помещения в узлы дерева наследования. Данный подход облегчает процесс создания прототипов что актуально при разработке игр.

Недостатки:

1. Ограничение визуального редактора при работе с многокомпонентными схемами, из-за чего в сложных сценах визуальная работа затрудняется.
2. Отсутствие поддержки Unity ссылок на внешние библиотеки, работу с которыми программистам приходится настраивать самостоятельно, в результате этого затрудняется командная разработка.
3. Использование шаблонов экземпляров. С одной точки зрения эта концепция предполагает гибкий подход визуального изменения объектов, но с другой стороны, редактирование таких шаблонов крайне затруднительно.
4. Недостаток WebGL-версии движка, в силу специфики архитектуры – трансляция программного кода из C# в C++ и далее в JavaScript, имеется ряд нерешенных проблем с быстродействием, потреблением памяти, производительностью и работоспособностью на мобильных устройствах.
5. Минимальный набор для разработки Unity с 2D-графикой требует более 1 гигабайта памяти на локальном жестком диске.

Поскольку каждый программный продукт, реализуемый на игровом движке Unity имеет свои конфигурационные файлы проекта, в которых зафиксированы все настройки программы, разработанный алгоритм оптимизации можно применять к большинству приложений. В качестве примера был выбран проект «Prime World». Это условно-бесплатная ролевая многопользовательская онлайн стратегия с элементами МОБА, разработанное на игровом движке Unity, компании Nival. Тестирования замеров производительности проводились конкретно в этой игре. Выбор проекта обусловлен техническими особенностями, а именно допущением разработчиков к редактированию конфигурационных файлов под свое усмотрение, отсутствием строгой политики в отношении изменения файлов игры, а также общей необходимостью большинства пользователей к повышению производительности. Разработанная программа так и называется – Оптимизатор Prime World (OptimizerPrimeWorld).

Для программной реализации был выбран язык программирования C++ [4], используя среду разработки Code::Blocks. Это свободная кроссплатформенная среда разработки, написанная на C++ и использует библиотеку wxWidgets. Имеет открытую архитектуру, с возможностью масштабироваться за счёт подключаемых модулей.

В качестве интерфейсной составляющей, разрабатываемая программа выполнена в интерфейсе командной строки Windows, что позволяет ускорить как время разработки описываемого приложения, так и его быстродействие. Из технических требований следует отметить что программа работает только на операционной системе Windows, начиная с версии WindowsXP, занимая 640 КБ места на жестком диске.

Алгоритм анализирует технические характеристики компьютера, на котором был запущен оптимизатор, и подстраиваясь под имеющиеся ресурсы компьютера –

подбирает оптимальные параметры приложения на Unity, благодаря которым качество графики изменяется не существенно, но при этом ощущается большой прирост быстродействия (параметр FPS).

Рядовому пользователю недоступны большая часть настроек, которые было бы можно изменять. Проанализировав слабые места игрового движка и исходные файлы игрового проекта Prime World, были выявлены параметры конфигурации, которые пагубно влияют на производительность, и при этом не несут особо важной смысловой нагрузки, в том числе не влияют на сам игровой процесс.

В главном окне программы (рис. 1) расположено 3 ключевых блока, которыми оперирует пользователь: оптимизация игры, оптимизация игрового лаунчера (клиента игры), и очистка жесткого диска от накопившегося мусора, в частности старых лог-файлов игры. Использование каждого из этих пунктов увеличивает производительность различных составляющих игры, что в совокупности и приводит к приросту быстродействия проекта «Prime World» в целом. Ключевой особенностью является возможность вернуть все настройки в исходное состояние (рис. 2). Также присутствует алгоритм проверки на совместимость программы-оптимизатора с операционной системой пользователя и клиентом игры, во избежание возможных проблем на этапе оптимизации.

Рис. 1. Главное окно программы OptimizerPrimeWorld

Рис. 2. Окно запуска оптимизации игры

В результате работы была разработана полноценная программа для повышения производительности игрового движка Unity, на примере повышения быстродействия игры Prime World.

Разработанное программное обеспечение успешно внедрено в реализацию, за время внедрения было установлено на компьютеры, с различной аппаратной конфигурацией, более 700 пользователей, которые оценили повышение производительности.

В дальнейшем планируется учитывать больший объем исходных файлов проектов на Unity, с целью выявления возможных оптимизаций конфигурационных файлов для еще большего повышения производительности проектов.

1. Подробная информация о возможностях игрового движка и его технические характеристики [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://unity3d.com/unity> (дата обращения 17.11.2019).
2. Оптимизация производительности игры параметрами импорта звука Unity [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://habr.com/ru/post/437474/> (дата обращения: 22.11.2019).
3. Особенности, преимущества и недостатки движка Unity [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://cubiq.ru/dvizhok-unity/> (дата обращения: 27.11.2019).
4. Джефф Кент, C++ Основы программирования - М.: NT Press Москва, 2013. - 365 с.
5. Макс Шлее, Qt 5.10 Профессиональное программирование на C++ - М.: БХВ-Петербург, 2018. - 1051 с.

Синицын С.В., Семикина Е.В., Долбилов А.Д.

Повышение эффективности автоматических систем управления за счет упрощения программно-алгоритмического обеспечения

*Филиал ФГКВУ ВО «Военная академия ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны РФ
(Россия, Серпухов)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-08

idsp: sciencepublic-12-12-2019-08

Введение и обоснование актуальности упрощения программно-алгоритмического обеспечения автоматических систем управления.

Традиционно выделяют два основных направления обеспечения эффективности автоматических систем управления (АСУ): аппаратное – за счет применения современной элементной базы и программно-алгоритмическое – за счет реализации эффективного программного обеспечения (ПО). Как правило, в настоящее время, первое направление реализуется посредством разработки и изготовления финальных изделий российского производства из импортной элементной базы и на оборудовании ведущих западных и китайских фирм. Приоритет этого направления обоснован недостаточным развитием российского промышленного производства изделий отечественной микроэлектронной промышленности. Попытки производителей изготовить электронное устройство автоматического управления на основе российской элементной базы ведет к увеличению его стоимости в несколько раз, что априори коммерчески неэффективно. Например [1], стоимость отечественного 32-х разрядного микроконтроллера K1921BK01T в разы превышает стоимость его аналога LM4F132, а если учесть стоимость средств отладки, необходимых для разработки изделий, то разница в цене становится существенней.

Недостатком применения импортной микроэлектроники является невозможность изготовления на ее основе АСУ образцов вооружения и военной техники, а так же продукции двойного назначения. Поэтому изготовление такой продукции на основе отечественной микроэлектроники остается актуальным направлением, которое в настоящее время подчеркивается программой «импортозамещения».

Анализ современной продукции российской микроэлектроники показывает, что отечественные предприятия, приобретая лицензию на изготовление процессора какого либо типа, ориентируют производство отечественных микропроцессоров и микроконтроллеров не на развитие периферии, а на повышение их спецстойкости.

В таких условиях коммерческий успех отечественной продукции на основе российской микроэлектроники, может быть обеспечен не только аппаратными средствами, но и разработкой эффективного ПО, реализующего оптимальные алгоритмы. При этом эффективность ПО должна рассматриваться не только с позиции математической оптимальности алгоритмов, но и предусматривать оптимальность их аппаратной реализации по показателям быстродействия, точности или объема требуемой памяти.

Общие подходы к постановке задач упрощения алгоритмов и ожидаемый эффект от их решения.

Как правило, разработка или выбор разработанного алгоритма цифровой АСУ проводится на основе математической модели объекта управления. Такие алгоритмы записаны в принципиально простой форме, математически формализованы и являются оптимальными по выбранному критерию качества (например, минимум целевой функции или обеспечение сходимости при заданных исходных данных).

Оптимальные, с математической точки зрения алгоритмы, не всегда разрабатываются с учетом их реализации на цифровых ЭВМ. Поэтому, программное обеспечение, реализующее математически оптимальный алгоритм, может иметь необоснованно низкое быстродействие АСУ, большой расход памяти, низкую точность вычислений. Обычно повышенные значения показателей компенсируются применением процессора большей производительности, объема памяти и разрядности, что ведет к повышению стоимости цифровой АСУ и снижению её конкурентоспособности.

Анализ алгоритмов, реализуемых в цифровых системах управления летательными аппаратами, показал потенциальные возможности их оптимизации по рассматриваемым показателям. В основе такой оптимизации лежит упрощение математически оптимального алгоритма или упрощение математической модели объекта управления по критерию числа арифметических операций, выполняемых процессором. Сокращение числа арифметических операций, выполняемых процессором, ведет: во-первых, к сокращению времени выполнения алгоритма и повышению быстродействия, во-вторых, к уменьшению объемов требуемой памяти и в третьих, к повышению точности вычислений. Обратной стороной такого упрощения является возможная потеря логической связи формальной записи математической модели объекта управления с физическими принципами его функционирования.

Упрощение математической модели, реализуемой алгоритмом, должно проводиться на основе принципов валидации и верификации [2], сущность которых заключается в проведении процедур подтверждения адекватности упрощенного алгоритма объекту моделирования и его соответствия исходному с требуемой точностью. Основой обеспечения таких процедур являются следующие способы упрощения программно-алгоритмического обеспечения АСУ: применение адекватных математических методов к ММ, реализуемой алгоритмом; замена алгоритмических структур аналогичными; замена сложных вычислительных процедур в широком диапазоне условий совокупностью простых арифметических операций с сокращением диапазона условий в рамках допустимых значений.

Пример упрощения алгоритма и оценка его эффективности.

В цифровых системах управления при вычислении среднего значения N_{cr}^m некоторого параметра по результатам измерений $N_j, j = \overline{1, \dots, m}$, для ослабления (сглаживания) влияния случайных помех измерений на искомый результат, может применяться дискретный фильтр по методу наименьших квадратов (МНК) [3] вида

$$N_{cp}^m = \frac{12}{m(m^2 - 1)} \cdot \sum_{i=1}^m \left[\left(i - \frac{m+1}{2} \right) \cdot \sum_{j=1}^i N_j \right], \quad (1)$$

где m – общее число измерений параметра N .

Алгоритмическая реализация математической модели дискретного фильтра по МНК (1) предполагает использование алгоритмической структуры вложенного цикла, что ведет к существенным вычислительным затратам. Таким образом, математическая модель (1) оптимальна по МНК, но не адаптирована к реализации на ЭВМ.

В работе [4] показано, что ММ (1) посредством адекватных математических преобразований может быть преобразована к виду

$$N_{cp}^m = -\frac{6}{m(m^2 - 1)} \sum_{i=0}^{m-1} i \cdot (i - m) \cdot N_{i+1} \quad (2)$$

Анализ выражения (2) показывает, что вычисление среднего значения по МНК может быть реализовано на ЭВМ с применением простой циклической алгоритмической структуры.

Сравнительный анализ выражений (1) и (2) показывает, что для реализации вычислений параметра N_{cp}^m по исходному алгоритму требуется массив ячеек памяти для хранения результатов измерения параметра N_i , $i = 1, 2, \dots, m$, содержащий m элементов (обозначим его $MN[m]$), и две ячейки памяти: S_1 для хранения суммы внешнего цикла и S_2 для хранения суммы внутреннего цикла. Всего – $m+2$ ячейки памяти. Для реализации вычислений по упрощенному алгоритму требуется две ячейки памяти: S_1 для хранения суммы и S_2 – ячейка для промежуточных вычислений. Таким образом, применение упрощенного алгоритма позволяет сократить объем используемой памяти не менее чем в $2m$ раз.

Оценку повышения быстродействия реализации исходного и упрощенного алгоритмов проведем по числу тактов работы ЭВМ необходимых для расчета среднего периода следования импульсов. Пусть операции загрузки, сложения, вычитания выполняются за один такт работы ЭВМ, а операция умножения выполняется за 10 тактов. Для обозначенных условий программная реализация ММ (1) требует $(m^2+47)/2$ тактов работы ЭВМ, а по упрощенному алгоритму $23m$ тактов. Отношение этих выражений показывает, что реализация расчета среднего значения параметра, по упрощенному алгоритму требует в $(m/46+1)$ раз меньше тактов работы ЭВМ.

Заключение.

Упрощение алгоритмов на основе принципов валидации и верификации является эффективным способом повышения качества ПО АСУ. Упрощенные алгоритмы АСУ могут быть реализованы на микропроцессорах меньшей производительности, что ведет к снижению стоимости конечного изделия и, как следствие, к повышению его конкурентоспособности. При равных аппаратных условиях, реализация упрощенных алгоритмов ведет к повышению быстродействия, сокращению объема памяти и к повышению точности вычислений за счет сокращения числа арифметических операций. В свою очередь, освободившиеся вычислительные ресурсы могут быть использованы для расширения функциональных возможностей АСУ программными методами, например для реализации диагностических алгоритмов.

1. Каталог продукции 2018 г. НИИЭТ. Росэлектроника. г. Воронеж.
2. ГОСТ Р57412 – 2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2017. – 20 с.
3. Аксенов В.Е. Надежность систем управления ракет. Монография. ч.2. / В.Е.Аксенов. – Серпухов: ФВА РВСН. 2015. – 315 с.
4. Синицын С.В., Пискулин Е.В. Упрощенный алгоритм масштабирования акселерометра. Известия ИИФ. 2019. №3. С.48-52.

Хемт Ф.С., Альбекова З.М., Шестан В.Б.

Информационные системы в управлении человеческими ресурсами

*Северо-Кавказский федеральный университет (СКФУ)
(Россия, Ставрополь)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-12-2019-09

idsp: sciencepublic-12-12-2019-09

Аннотация

В данной статье рассматривается информационная система управления человеческими ресурсами, которая предоставляет данные для многих корпоративных информационных систем.

Существует несколько вариантов обеспечения эффективного управления информацией, и эти варианты изучены для определения выгод с точки зрения затрат в каждом конкретном случае. За последние несколько лет индустрия программного обеспечения выпустила несколько продуктов, которые организуют различные информационные системы человеческих ресурсов

Быстро меняющиеся рынки, отрасли и услуги требуют организационной среды, способной постоянно адаптироваться к новым ярким идеям и сокращать время выхода на рынок. В этих конкурентных условиях управление человеческими ресурсами (УЧР) играет более важную роль, чем когда-либо, поскольку новые формы бизнеса требуют новых способов вовлечения людей.

Специалисты по управлению персоналом должны анализировать возможности социальной, экономической, политико-правовой и технологической среды для перестройки процессов и практик управления персоналом, которые являются ключевыми факторами успеха миссии и целей организации[1].

Существует множество терминов, используемых для этих систем, но наиболее распространенными являются следующие:

ЭУЧР (Электронное управление человеческими ресурсами),

ИСЧР (Информационные системы человеческих ресурсов),

СУЧР (Система управления человеческими ресурсами) [2].

Мы должны осознавать, что существует фундаментальное различие между ЭУЧР и ИСЧР. Информационная система человеческих ресурсов, как информационная система по человеческим ресурсам, имеет прямую реализацию в отделе кадров, и сотрудники этого отдела являются пользователями этой системы. Совершенствование кадрового отдела является основной целью ИСЧР, что косвенно улучшит бизнес.

Кадровая информационная система и конкурентоспособность бизнеса.

Применение информационной системы в управлении персоналом помогает организовать эффективное построение бизнеса для возможности соперничать с конкурентами. Кадровые информационные системы (human resource information system) позволяют специалисту по человеческим ресурсам (human resource) стать стратегическим игроком. Одновременно с увеличением функциональности и доступности, информационные системы человеческих ресурсов широко используются в организациях всех размеров. Стэнтон Д.М. и Куверт М.Д. показали, что использование информационной системы зависит от размера организации и ее имеющихся ресурсов [4].

Бизнес-организация становится успешной и способной соперничать с конкурентами, используя следующие информационные системы и технологии:

- информационные системы, поддерживающие кадровое планирование. Организации, участвующие в долгосрочном стратегическом планировании, например, те, которые планируют выйти на новые рынки, построить заводы или офисы в новых местах или добавить новые

продукты, для достижения своих целей будут нуждаться в информации о количестве и качестве имеющейся рабочей силы.

- информационные системы, поддерживающие трудовые переговоры.

Ведение переговоров с профсоюзами ремесленников, техников, офисных работников и фабричных работников требует информации, собранной из многих информационных систем людских ресурсов. Кадровая группа завершает работу в ходе переговоров, необходимо иметь возможность получать многочисленные специальные отчеты, в которых анализируются позиции организации и профсоюза в рамках, как отрасли, так и текущей экономической ситуации.

- специализированное программное обеспечение кадровых информационных систем. Это программное обеспечение доступно для всех типов и размеров компьютеров, включая микрокомпьютеры[3].

Программное обеспечение, специально разработанное для функции управления человеческими ресурсами, можно разделить на две основные категории: программное обеспечение для комплексных информационных систем о людских ресурсах и программное обеспечение с ограниченной функциональностью, в которых пакеты поддерживают один или несколько видов деятельности в области людских ресурсов.

- электронный подбор персонала / отслеживание кандидатов.

Исследование авторов Чепмен, Д. С. and Вебстер, Д. ж, показывает, что информационная система электронного подбора персонала управляет описаниями должностей и вакансиями, поиском кандидатов и процессом собеседования [5]. Она также упоминается как система отслеживания кандидатов; это веб-приложение, которое позволяет в электронном виде обрабатывать потребности организации в трудоустройстве.

Применение информационной системы в управлении человеческими ресурсами позволяет организации конкурировать на глобальном уровне. В настоящее время во всех сферах деятельности и бизнес-процессах организации подавляющее большинство процессов автоматизировано, и информационные системы используются во всех аспектах бизнеса.

1. Mayfield, M. J. Mayfield, S. Lunce, (2003), Human Resource Information Systems: A Review and Model Development, *Advances in Competitiveness Research*, Vol. 11, Issue 1.
2. Kavanagh, M.J, Mohan, T. (2009), *Human Resource Management – Basics, Applications and Future Directions*, Sage.
3. (2010) *Upotreba informaciono-komunikacione tehnologije u Republici Srbiji*, RZS Srbije Beadles, A., Lowery, C., Johns, K., (2005), „The Impact of Human Resource Information Systems: An Exploratory Study in the Public Sector“, *Communications of the IMMA*, Volume 5, Issue 5.
4. Stanton, J. M. and Coovert, M. D., 2004. Turbulent waters: The intersection of information technology and human resources. *Human Resource Management*, 43(2), 121–125.
5. Chapman, D. S. and Webster, J., 2003. The use of technologies in the recruiting, screening, and selection processes for job candidates. *International Journal of Selection and Assessment*, 11(2/3), 113–120.

[illegible]

Научное издание

**Научный диалог:
Вопросы точных и технических наук**

Сборник научных трудов по материалам
XXVI международной научно-практической конференции
12 декабря 2019 г.

SPLN 001-000001-0546-TT

Подписано в печать 16.12.2019. Тираж 400 экз.
Формат. 60x84 1/16. Объем уч.-изд. л. 2,07
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович