

МОЛОДОЙ
УЧЁНЫЙ



IV Международная научная конференция

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА



Казань

Главный редактор: *И. Г. Ахметов*

Редакционная коллегия сборника:

М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, Т. К. Абдрасилов, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, Р. М. Искаков, И. Б. Кайгородов, К. К. Калдыбай, А. А. Кенесов, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, А. Н. Кошербаева, В. М. Кузьмина, К. И. Курпаяниди, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Е. В. Матвиенко, Т. В. Матроскина, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Б. Ж. Паридинова, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, М. С. Федорова С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова

Руководитель редакционного отдела: *Г. А. Кайнова*

Ответственный редактор: *Е. И. Осянина*

Международный редакционный совет:

З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), К. М. Ахмеденов (Казахстан), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), Искаков Р. М. (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Е. П. Колпак (Россия), А. Н. Кошербаева (Казахстан), К. И. Курпаяниди (Узбекистан), В. А. Куташов (Россия), Кыят Э. Л. (Турция), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узатов (Узбекистан), М. С. Федорова Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан), З. Н. Шуклина (Россия)

Т38 **Технические науки: теория и практика** : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, ноябрь 2018 г.). — Казань : Молодой ученый, 2018. — iv, 56 с.
ISBN 978-5-905483-52-3

В сборнике представлены материалы IV Международной научной конференции «Технические науки: теория и практика».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей.

УДК 62(01)
ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Аксяитов М.Х., Егорова Е.В., Рыбаков А.Н.

Программное обеспечение и математическая реализация фрактального распознавания искусственных и природных объектов. 1

Гусаров А.В., Жолобов А.М.

Исследование качества генерации псевдослучайных чисел в техническом вузе. 6

Денисенко А.А.

Организация многомодульной слабосвязанной архитектуры приложения при работе с Gradle 7

Денисенко А.А.

Настройка JUnit 5 для использования в Android: проблемы и их решения 10

Пилецкая А.В.

Современное определение искусственного интеллекта. 14

Яркова О.Н., Труфанова А.В., Яркова А.С.

О подходе к оценке степени защищенности многоуровневой системы защиты информации на основе марковской модели 15

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Данилов Д.Е.

Алгоритмическая реализация обработки спектрального анализа 19

ЭНЕРГЕТИКА

Галка Г.А., Гриценко А.Е., Колодько С.А.

Обзор устройств современных систем автоматизации управления холодильных машин 22

Горькаева Е.Ю.

Применение адаптивной автоматической частотной разгрузки в энергосистеме 25

Кишалов А.Е., Зиннатуллин А.А.

Тепловой расчёт горизонтального трубопровода с учётом конденсации теплоносителя 27

Юмаев Н.Р.

О возможности использования солнечных коллекторов для получения тепловой энергии в климатических условиях Таджикистана 32

МЕТАЛЛУРГИЯ

Убайдуллаев А.У., Акрамов У.А.

Технология переработки коллективных свинцово-цинковых концентратов 36

СТРОИТЕЛЬСТВО

Авдюкова К.И.

Восстановление купола цирка 38

Гурина Е.О., Лисин И.П.

Будущие инновации в строительстве 43

Сергеева В.А.

Особенности эффективного проектирования и строительства полносборных зданий из деревянных конструкций 44

ТРАНСПОРТ**Охотников И.В., Сибирко И.В., Малахов О.А.**

Риск-ориентированный подход к оценке и обеспечению надежности и безопасности функционирования объектов транспортной инфраструктуры 49

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**Старкова Л.Г., Щербак М.С.**

Анализ тепло- и массообменных процессов, происходящих в макаронных изделиях при сушке. 52

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**Власенко Е.В., Марченко М.В.**

Влияние технологии ремонта и качества эксплуатации УЭЦН на повышение наработки на отказ 54

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Программное обеспечение и математическая реализация фрактального распознавания искусственных и природных объектов

Аксяитов Марат Халилуллович, начальник научно-производственного центра
АО Концерн «Гранит-Электрон» (г. Санкт-Петербург)

Егорова Елена Владимировна, кандидат технических наук, ведущий специалист;
Рыбаков Андрей Николаевич, ведущий инженер

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова (г. Москва)

Использование фрактальных сигнатур для задач обнаружения и идентификации различных целей является основой перспективных методов. Предложен адаптивный алгоритм для фрактального распознавания искусственных объектов, основанный на концепции сглаживания для правильной оценки фрактальной размерности в окрестности краев. Представлено описание модели в форме набора уравнений плоскостных кривых и показано, что такие признаки целей, как прямые линии, образующие силуэты, могут быть использованы для обнаружения объектов. Представлено экспериментальное сравнение результатов распознавания радиолокационных целей. Выявлено, что применение теории хаотических колебаний и фракталов весьма перспективно при обработке радиолокационных сигналов и идентификации радиолокационных целей.

Ключевые слова: фрактал, фрактальная сигнатура, коэффициент корреляции, фрактальная текстура, фрактальная размерность, бинарное изображение, фрактал контура единичной области, фрактальная обработка.

Современные подходы и средства в системе обработки информации (СОИ) повышают эффективность при решении задач мониторинга земной поверхности с помощью искусственных спутников Земли. Распознавание и автоматическое обнаружение протяженных малоконтрастных объектов на фоне земной и морской поверхности является одной из самых актуальных и трудных задач современных СОИ, при этом большая степень неопределенности при описании распределений вероятностей сигналов протяженных целей и помех окружающего фона приводит к проблемам при практической реализации существующих методов.

Объекты, построенные человеком, такие как промышленные и жилые здания, эффективно описываются набором простых геометрических примитивных фигур: кубов, сфер, цилиндров, конусов. Цветные же текстуры природного происхождения, являясь нерегулярными и фрагментарными, плохо поддаются такому описанию. При включении в систему геометрических признаков используются некоторые аппроксимирующие оценки в виде равновеликого эллипса рассеяния, размеров его большой и малой полуосей и тому подобное. Следовательно, для анализа таких текстур оказывается естественным представление их фракталами с некоторым размером фрактала D . До сих пор фактически нет окончательного определения фрактала. Концепция фракталов заключается

в использовании самоподобия в определении размера фрактала [1].

В настоящее время фракталы применяются при анализе текстур ландшафтов, полученных при аэрокосмической съемке, поверхностей облаков, и других пористых сред и так далее. Однако размер фрактала цветной текстуры во многом зависит от выбора метода оценки. Так, при использовании разных методов оценки размера фрактала, можно получить соответственно и разные его размеры [1–2]. Итак, сопоставление текстур возможно при использовании одного и того же метода (группы методов). Более того не все текстуры хорошо различимы по размеру фрактала. Поэтому прежде чем включать в систему признаков размер фрактала, необходимо оценить фрактальность текстуры. Оценку фрактальности текстуры проводят на основе выбранного метода оценки размера фрактала. Поскольку размер фрактала вычисляется через оценку выборочной регрессии, то следует оценивать фрактальность текстуры по коэффициенту корреляции между логарифмом случайной величины и логарифмом заданной функции шага. При этом принятие решения о фрактальности текстуры можно строить следующим образом:

— построить зависимость коэффициента корреляции от шага; значение шага, при котором функция имеет максимум, является максимальным шагом в диапазоне задаваемых шагов при оценке размера фрактала;

— не учитывать оценку размера фрактала при низком коэффициенте корреляции в тех методах, где используется оценка фрактала как среднее значение в серии экспериментов;

— не включать размер фрактала в систему признаков для сегментации текстур при значениях коэффициента корреляции $< 0,7$.

Оценка фрактальности текстуры является важной характеристикой при сегментации по размеру фрактала. Алгоритм оценки размера фрактала текстуры по длине контура [1] состоит в развитии алгоритма оценки размера фрактала линии для оценки размера фрактала поверхности. Для оценки фрактала текстуры производится разбиение динамического диапазона яркостей изображения на равные интервалы. Для полученного набора пороговых уровней строится бинарное изображение. При этом значениям, яркость которых меньше порога, приписывается значение 0, а значениям, яркость которых выше или равна порогу, приписывается значение 1. Таким образом, исходное изображение представляется набором бинарных

изображений. Для каждого из таких изображений производится оценка размера фрактала контуров единичных областей. В качестве оценки размера фрактала исходного изображения используется среднее значение полученных фракталов для бинарных изображений. При этом следует оценивать размер фрактала бинарных изображений только по строкам, только по столбцам, а также совместно по строкам и столбцам, что имеет особое значение при распознавании анизотропных текстур.

При использовании фрактальных сигнатур для определения объекта или природных текстур важно установить условия их независимости от размеров окна [2]. Неровности природных объектов могут меняться в различных масштабах. В [4] рассматриваются четыре ИК-изображения (размером 256×190) двух классов облаков 1 (типа а, б) и 2 (типа а, б). Соответствующие фрактальные сигнатуры приведены на рис. 1. Следует отметить, что текстуры одной и той же категории дают в результате подобные сигнатуры.

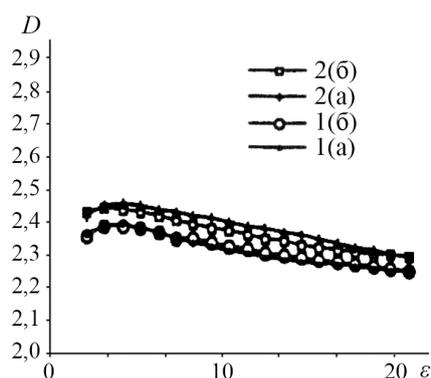


Рис. 1. Фрактальные сигнатуры четырех изображений двух классов облаков [4]

В исследованиях применялись три природные сцены в ИК и оптическом диапазонах: два класса облаков и лесной массив размером 64×64 [4]. Класс изображений облаков 1 (тип б) разделен на две вертикальные равные части. Соответствующие сигнатуры целого изображения и половинок (заштрихованные квадраты) показаны на рис. 2, а. Все три сигнатуры достаточно точно совпадают друг с другом. Далее класс изображений облаков 2 (тип б) разделен на две горизонтальные и две вертикальные половины. Рассчитанные сигнатуры показаны на рис. 2, б и рис. 2, в. Фрактальные сигнатуры половинок изображений расположены вокруг сигнатуры полного изображения. Однако, сигнатуры левой и правой половинок изображения гораздо ближе к сигнатуре целого изображения, чем сигнатуры вертикальных половинок. Следовательно, левая и правая половинки изображения имеют более схожие текстуры, чем другие половинки. Сигнатуры полного изображения леса и верхней левой четверти изображения приведены на рис. 2, г. Во всех примерах фрактальные сигнатуры относительно постоянны и слабо меняются при изменении масштаба.

В предшествующих исследованиях считалось, что в окне имеется только интересующая нас единственная текстура, и нет кромок и антропогенных объектов. Однако, для фрактального распознавания искусственных объектов в [5] предложен адаптивный алгоритм, основанный на концепции кромкосохраняющего сглаживания для правильной оценки фрактальной размерности в окрестности краев. Для двух однородных областей в [3] экспериментально показано, что измеренная фрактальная размерность при всех масштабах меньше топологической размерности.

В то же время в [4] показано с использованием метода покрытий, что кромки проявляют себя как неровные поверхности при больших масштабах и имеют фрактальную размерность, превышающую топологическую. Для иллюстрации этого факта приведены результаты экспериментов с синтезированными и реальными изображениями.

На рис. 3, а приведено изображение квадрата с геометрическим размером 32×32 пиксел на черном фоне с соответствующей фрактальной сигнатурой (рис. 3, в). Изображение ступенчатой кромки и фрактальной сигнатуры представлено на рис. 3, б и рис. 3, в соответственно. Для

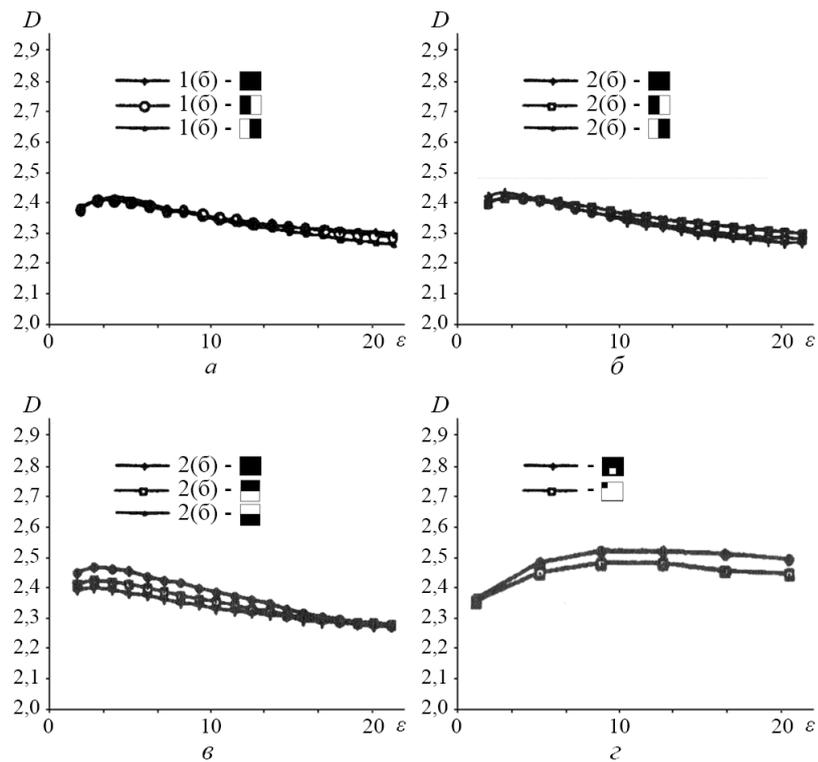


Рис. 2. Последовательность фрактальных сигнатур: а – класс 1 (тип б) изображений облака; б – класс 2 (тип б) изображений облака с их правыми и левыми половинами; в – класс 2 (тип б) изображений с их верхними и нижними половинами; г – изображение лесного массива

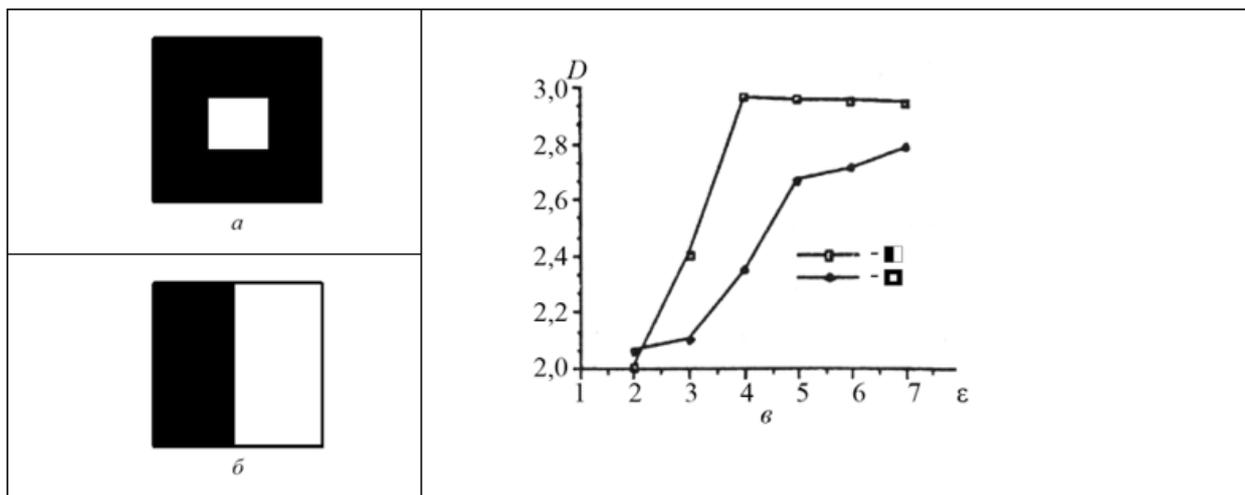


Рис. 3. Результаты экспериментов с синтезированными и реальными изображениями: а – изображение квадрата на черном фоне; б – ступенчатая кромка; в – фрактальные сигнатуры

обоих случаев неровности увеличиваются с возрастанием масштаба, и всегда значения D больше топологической размерности D_0 . Аналогичные результаты получены для реальных изображений горной местности.

В приведенных экспериментах условие $D < D_0$ может иметь место для аномально малых образований. Иллюстрацией данного положения являются результаты исследования фрактальных сигнатур узких перепадов яркости

на изображениях 32×32 пиксел, приведенные на рис. 4. Вся сигнатура для узкого перепада яркости (рис. 4, а) состоит из $D < 2$, а для более широкого перепада яркости (рис. 4, б) это происходит только на некоторых масштабах. Для изображения дерева (рис. 4, в) значение $D < 2$ наблюдается только при $\epsilon > 6$ (рис. 4, д).

Искусственные объекты состоят из относительно гладких частей, поэтому их фрактальные сигнатуры будут

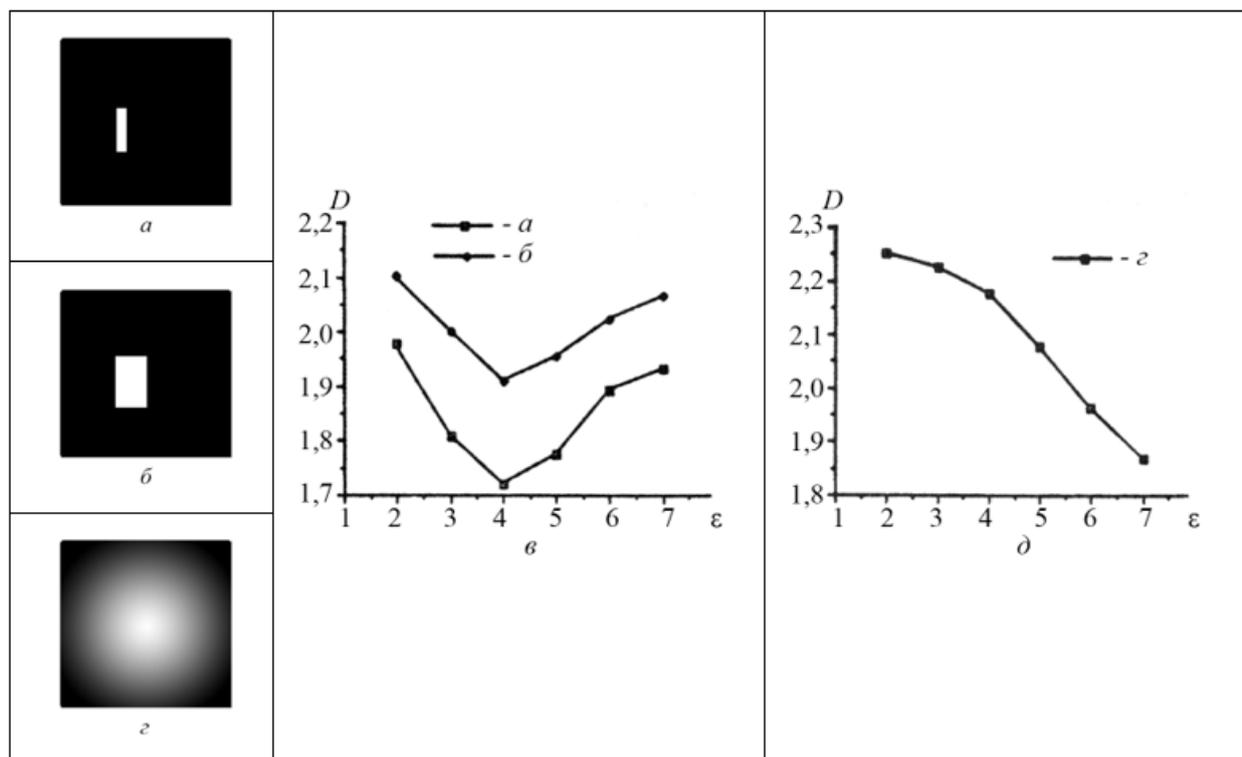


Рис. 4. Результаты исследования фрактальных сигнатур узких перепадов яркости на изображениях 32x32 пиксел: а – изображения узкого перепада яркости; б – широкого перепада яркости; г – дерево; в, д – фрактальные сигнатуры

отражать гладкость на малых масштабах и неровность при больших. С учетом того, что фрактальные сигнатуры земных покровов относительно постоянны, возможно создание эффективных алгоритмов идентификации целей на фоне земной поверхности. Эксперименты в [4] проводились с тремя классами изображений (32x32 пиксел): растительный покров (море), деревья (островки), средства передвижения — машина (корабль) и два танка (две баржи). Соответствующие фрактальные сигнатуры приведены на рис. 5.

Образцы изображений фона имели почти постоянные неровности в большинстве масштабов. Два из трех образцов обладали относительно большими значениями D . Для изображений деревьев фрактальная сигнатура имела слегка увеличивающийся наклон. Для изображений танков было отмечено резкое возрастание значений D при увеличении ϵ . Сигнатура машины более похожа на сигнатуру деревьев, чем на сигнатуру танков. Поэтому танки на фоне растительных покровов эффективнее обнаруживать по изменениям наклона фрактальных сигнатур.

Распознавание, основанное на использовании единственного масштаба, иллюстрируется в [4] на изображении зданий на склоне горы. Объекты типа зданий на изображении имеют более высокую яркость. Из-за «гладкой» структуры яркостного поля они обладают низким значением фрактальной размерности. При пороге разделения, равном 2,2 на шкале $\epsilon = 2$, результаты фрак-

тальной обработки позволяют выделить здания, ранее замаскированные фоном.

Одношкальное обнаружение танков между деревьями также было проведено в [4]. Результаты фрактальной обработки показали, что большинство образов танков сохранено на изображении при значительном снижении влияния земных помех. Фон частично сохранился, вследствие многомасштабности его характерных неровностей и размеров. Таким образом, использование фрактальных сигнатур для задач обнаружения и идентификации различных целей является основой многообещающих методов.

В [6, 8, 9] рассмотрен метод распознавания искусственных объектов на фоне природного пейзажа, основанный на модели фрактальности, т. е. системы характерных геометрических признаков. Представлено описание модели в форме набора уравнений плоскостных кривых и показано, что такие признаки целей, как прямые линии, образующие силуэты, могут быть использованы для обнаружения объектов. Приведены результаты экспериментальных исследований по выделению танков и морских судов на естественном фоне с помощью ИК датчика изображений и алгоритма фрактального оценивания. Применение теории хаотических и мультифрактальных колебаний для обработки радиолокационных сигналов при определении параметров цели и ее идентификации исследовано в [7]. Методом корреляционных интегралов получены оценки размерности эхо-сигналов

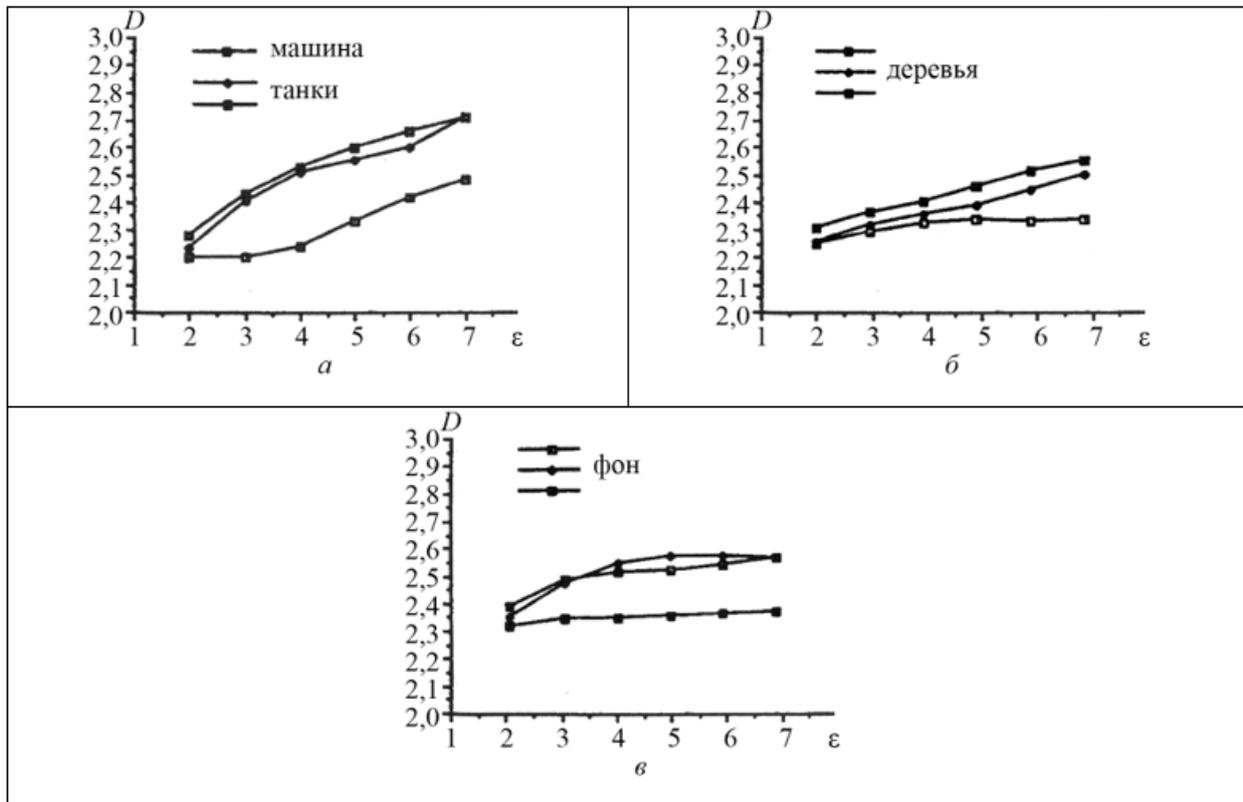


Рис. 5. Фрактальные сигнатуры для движущихся объектов: а – машина и танки; б – деревья; в – фон

от множественных целей. Рассчитаны показатели Ляпунова для пяти различных сечений, характеризующих сходимость результатов. Экспериментальное сравнение результатов распознавания радиолокационных целей по-

казало, что применение теории хаотических колебаний и фракталов весьма перспективно при обработке радиолокационных сигналов и идентификации радиолокационных целей.

Литература:

1. Потапов, А. А. Фракталы в радиофизике и радиолокации: Топология выборки. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Университетская книга, 2005. — 848 с.
2. Егорова, Е. В., Бузылев Ф. Н., Нефедов В. И. Алгоритм обработки изображений. INTERMATIC-2009, ч. 4. Материалы Международной научно-технической конференции «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения», 7–11 декабря 2009 г. Москва, с. 138–139. Pentland A. P. Fractal-Based Description of Natural Scenes//IEEE Trans. 1984. V. PAMI-6, 6. P. 661–674.
3. Потапов, А. А. Фракталы в дистанционном зондировании / Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. 2000. № 6. с. 3–65.
4. Arduini, F., Dambra C., Dellepiane S. et al. Fractal Dimension by Adaptive Mask Selection//Proc. IEEE Intern. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing. — N. Y.: 1988. P. 1116–1119.
5. Аксютин, М. Х., Егорова Е. В., Мартынов Н. В., Рыбаков А. Н. Обнаружение малококонтрастных целей, Успехи современной радиоэлектроники № 1, 2017, стр. 23–26
6. Xion, M., Zhuang Z., Xiao S., Guo G. The Analyse and Recognition of Radar Targets Scattering Signal with Chaos Multifractal Theory//J. National University of Defense Technology (China). 1998. V. 20, 2. P. 60–64.
7. Реконструкция изображений/Под ред. Г. Старка: Пер. с англ.; Под ред. Б. С. Кругликова. — М.: Мир, 1992. с. 636.
8. Фор, А. Восприятие и распознавание образов: Пер. с франц.; Под ред. Г. П. Катуса. — М.: Машиностроение, 1989. с. 272.
9. Карпов, М. А., Сигов А. С., Попов Е. А., Нефедов В. И. Методы исследования изображений в нестационарной спектроскопии. // Научное издание. — 2011, № 7, т. 12, с. 4–59.

Исследование качества генерации псевдослучайных чисел в техническом вузе

Гусаров Александр Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;

Жолобов Александр Михайлович, студент

Рыбинский государственный авиационный технический университет (Ярославская обл.)

Преподавание дисциплины «Защита информации» в техническом вузе предполагает практическую реализацию ряда методов защиты информации. Для имитации процесса организации закрытого канала связи используются генераторы псевдослучайных чисел. Темой данной работы является исследование процесса генерации псевдослучайных чисел и проверка их качества.

Ключевые слова: криптографические ключи, алгоритмы генерации ключей, качество ключей, симметричная криптосистема.

При изучении дисциплины «Защита информации» в техническом вузе возникает задача практической реализации методов защиты информации, в частности, криптографических методов защиты. Одним из тем при изучении курса «Защита информации» является имитация реальных действий пользователей криптосистем по организации закрытого канала связи.

Известно, что методы воздействия можно условно разделить на 2 большие группы: воздействие через каналы приема и передачи информации, а также воздействие на каналы связи, приемно-передающую аппаратуру и носители при непосредственном контакте [1]. При изучении основ информационной безопасности студенты сталкиваются с тем, что изучать методы защиты от воздействий на информационные системы приходится чаще всего теоретически. Это связано с тем, что подвергать компьютерную сеть учебного заведения атаке, пусть даже и спланированной, с ограниченными возможностями, не представляется возможным из-за непредсказуемых последствий такой учебной «тренировки». Организовать воздействие на каналы связи, приемно-передающую аппаратуру и носители при непосредственном контакте вряд ли возможно из-за больших затрат на «уничтоженные» или поврежденные каналы связи и носители. Единственная возможность — создать защищенный канал связи через общедоступный ресурс и имитировать атаки нарушителя путем изменения трафика через этот ресурс. Это возможно, так как взаимодействие организуется через общедоступные внутрисетевые ресурсы, а зашифрованный канал реализуется путем применения учебных программ. Использование лицензированных криптографических средств защиты обычно не представляется возможным по ряду причин, поэтому приходится разрабатывать и применять средства собственной разработки, используя известные алгоритмы и криптопротоколы из открытых источников.

Для создания закрытого канала связи студенты разбиваются на подгруппы, каждая из которых, в свою очередь, делится на «Абонент А» и «Абонент В». По условиям задачи «Абонент А» и «Абонент В» могут общаться друг с другом только через открытый канал связи (пока не будет реализован закрытый канал), а далее — только по

закрытому каналу связи. При этом будет реализовываться некий криптопротокол. Таким образом, все действия должны быть согласованы заранее, до начала реализации учебной задачи, и выполняться в строгой последовательности в процессе её реализации.

При этом необходимо генерировать ключи для симметричных криптосистем. Ключ для симметричных криптосистем должен представлять собой случайную последовательность двоичных чисел. На практике в учебном процессе можно ограничиться генерацией псевдослучайных чисел. Псевдослучайные числа получают с помощью программных генераторов псевдослучайных чисел (ГПСЧ) [1].

Существуют различные методы построения ГПСЧ. Проанализировав достоинства и недостатки этих методов, выбираем для реализации метод в соответствии с *ANSI X9.17* [2]. При использовании данного метода энтропия обеспечивается применяемой криптофункцией. Отечественный стандарт ГОСТ 28147–89 [3], как и применяемый в стандарте *ANSI X9.17* криптоалгоритм DES, формируют из исходной последовательности, содержащей n 64-битных блоков, результат в виде последовательности из n 64-битных блоков. При генерации ключа для криптоалгоритма ГОСТ 28147–89 $n = 4$, т. е. результирующий ключ формируется из четырех псевдослучайных чисел. Каждое из этих псевдослучайных чисел может удовлетворять требованиям, предъявляемым к случайной последовательности из 64 битов, но ключ, составленный из четырех таких чисел, может и не удовлетворять этим требованиям. В связи с этим возникает задача исследования процесса генерации ключей в виде последовательности из 256 бит на основе ГПСЧ. В процессе исследования используются программы, разработанные в РГАТУ имени П. А. Соловьева с целью использования в лабораторном практикуме по дисциплине «Защита информации».

Для оценки случайности сгенерированных ключевых последовательностей используется методика, предложенная в [4] и состоящая из трех этапов.

На первом этапе необходимо установить, значимо или нет отличается относительная частота появления нулей (единиц) в данной выборке от теоретического значения вероятности появления единицы (нуля), равной 0,5. Дру-

гими словами, нужно проверить, является ли количество нулей и единиц в выборке примерно равным. Если нет, то значимо ли отклонение в ту или иную сторону. В качестве уровня значимости здесь и в дальнейшем достаточно выбрать $\alpha = 0,05$. Этот этап, конечно, не дает ответа на вопрос о случайности выборки. В случае значимого отклонения относительной частоты от 0,5, можно утверждать, что выборка не является случайной. Положительным для дальнейшего исследования является незначимое отклонение.

На втором этапе используется критерий пиков (критерий поворотных точек), на основе которого можно проверить, не слишком ли часто (или редко) в последовательности возникают изолированные нули или единицы. Этот этап позволяет исключить из рассмотрения выборки, имеющие вид «гребенки» или наоборот, содержащие только наборы групп нулей и единиц.

Литература:

1. Романец, Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В. Ф. Шаньгина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 2001. 376 с.: ил.
2. ANSI X9.17 Pseudo Random Number Generator (PNG) (Генератор псевдослучайных чисел в соответствии с ANSI X9.17) [Электронный ресурс] URL: http://w2.cadence.com/products/ip/Cadence/RNG_DataSheet.pdf (дата обращения 14.03.2013).
3. ГОСТ 28147–89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Введ. 01.07.1990. Переиздание. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. — 26 с.
4. Гусаров, А. В., Гусарова Н. И. Об одном способе оценки параметров криптографических ключей // Информационные системы и технологии, 2013, № 1 с. 124–128.

Организация многомодульной слабосвязанной архитектуры приложения при работе с Gradle

Денисенко Алексей Александрович, разработчик программного обеспечения
ИП Денисенко Алексей Александрович (г. Киев, Украина)

В статье описывается подход для реализации многомодульной, слабосвязанной архитектуры в Android приложении, с использование системы сборки Gradle. Рассматриваются проблемы, которые возникают в процессе разработки, и пути их решения.

Ключевые слова: *многомодульная архитектура, Android, Gradle, Context, Application.*

Current article shows approach to build multimodule architecture with low cohesion, for Android application using Gradle build tool. Described problems and ways to solve them.

Keywords: *multi module architecture, Android, Gradle, Context, Application*

Разделение «монокричных» систем на микросервисы — досконально изученная и широко распространенная практика в бек-энд системах. Такой подход дает возможность строить большие, комплексные системы, которое в свою очередь будут просты в поддержке и разработке распределёнными командами.

Так как, в последнее время, размер Android приложений и команд, работающих на них, растет, вместе с этим растет и сложность разрабатываемых систем. В связи с этим вектор совершенствования операционной системы Android делает необходимость задействования многомодульной архитектуры все более очевидной. Среди ее основных преимуществ:

- минимизация сроков сборки приложений;
- слабые показатели связанности кода;

- возможность более гибкого применения готовых модулей;
- организация единовременной параллельной работы над независимыми модулями.

И хотя общая приспособленность Android к созданию многомодульных приложений находится на достаточно высоком уровне, все еще существует ряд объективных трудностей. Одна из них и стала основной темой данной статьи, а именно — навигация между независимыми модулями и ее организация.

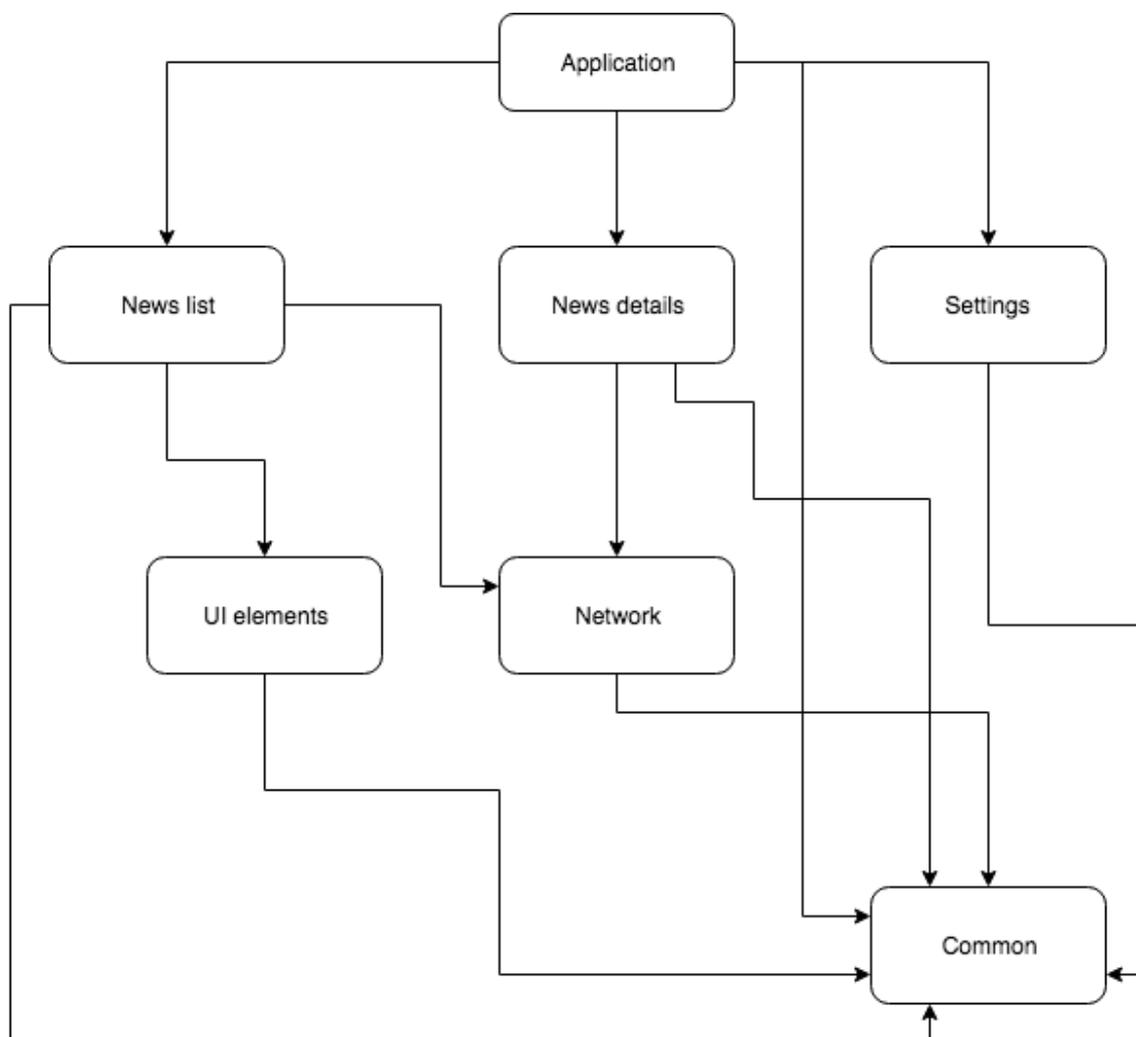
Основная задача, которая требует решения при создании навигации в многомодульном приложении, — организация переходов между модулями при сохранении их неосведомленности друг о друге. И далее она будет рассмотрена с помощью небольшого новостного приложения, включающего:

- список новостей (news list);
- детальные данные по каждой новости (news details);
- экран настроек (settings).

Внутри приложения должен осуществляться переход с общего списка новостей на экран с деталями по конкретной новости, а также с каждого экрана — на экран настроек.

В случае с Android-приложениями метод `getApplicationContext ()` вызывается из большинства системных компонентов, возвращает `Context` приложения, выступающего классом `Application` [1], и в конечном итоге используется в качестве опорной точки при создании навигации.

Для более детального анализа сначала рассмотрим схематичное изображение анализируемого приложения с отражением следующих модулей:



Application — основной модуль, подключающий все прочие и хранящий первый экран приложения;

News list — модуль, ответственный за демонстрацию экрана со списком новостей;

News Details — модуль, отвечающий за отображение экрана с детальными данными по каждой конкретной новости;

Settings — модуль, отображающий экран с настройками;

UI Elements, Network — служебные модули, хранящие кастомизированные части экрана и работающие с сетью;

Common — общий модуль с хранением абстракции в виде интерфейсов.

Описанная выше архитектура системы несет ряд положительных моментов: появляется возможность разработчикам работать независимо на каждом модулем, структура проекта становится более понятной, ускоряется процесс разработки и сборки приложения, открываются новые возможности распространения приложения на рынке, к примеру instant apps [2].

Далее детально рассмотрим построение навигации внутри приложения путем построения пошаговой инструкции по имплементации данного архитектурного решения:

1. Создание в common модуле интерфейса INavigation:

```
public interface INavigation {
    Intent getNewsScreen();
    Intent getDetailsScreen();
    Intent getSettingsScreen();
}
```

2. Создание в common модуле интерфейса, предоставляющего имплементацию интерфейса INavigation:

```
public interface INavigationProvider {
    INavigation getAppNavigation();
}
```

3. Реализация интерфейса INavigation в модуле Application.

```
public class Navigation implements INavigation {
    private Context context;

    public Navigation(Context context) {
        this.context = context;
    }

    @Override
    public Intent getNewsScreen() { return new Intent(context, NewsActivity.class); }

    @Override
    public Intent getDetailsScreen() { return new Intent(context, NewsDetailsActivity.class); }

    @Override
    public Intent getSettingsScreen() { return new Intent(context, SettingsActivity.class); }
}
```

Для этого необходимо создать класс NewsApplication, являющийся наследником android.app.Application и реализующий интерфейс INavigationProvider.

```
public class NewsApplication extends Application implements INavigationProvider {
    private Navigation navigation;

    @Override
    public void onCreate() {
        super.onCreate();
        this.navigation = new Navigation(context: this);
    }

    @Override
    public INavigation getAppNavigation() {
        return this.navigation;
    }
}
```

Теперь рассмотрим практическое применение кода. Чтобы открыть экран настроек, находясь на экране со списком новостей. Действуем по следующей схеме:

1. Получаем реализацию `INavigationProvider`:
`INavigationProvider provider = (INavigationProvider) getApplicationContext ();`
2. Получаем реализацию `INavigation`, используя `INavigationProvider`:
`INavigation navigation = provider.getAppNavigation ();`
3. Переходим на требуемый экран:
`startActivity (navigation.getSettingsScreen ());`

Таким образом, были рассмотрены как теоретические плюсы многомодульной архитектуры, так и продемонстрировано ее использование на примере конкретного приложения с разбором решения проблем навигации и ее организации между независимыми модулями.

Литература:

1. Context // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/reference/android/content/Context> (дата обращения: 20.10.2018).
2. Create your first instant app // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/topic/google-play-instant/getting-started/first-instant-app> (дата обращения: 20.10.2018).

Настройка JUnit 5 для использования в Android: проблемы и их решения

Денисенко Алексей Александрович, разработчик программного обеспечения
ИП Денисенко Алексей Александрович (г. Киев, Украина)

JUnit 5 официально был выпущен в Июле 2016 года, этот релиз несет в себе достаточно большие изменения. JUnit 4 был стандартом для юнит-тестирования в Android с самого выхода Android на сцену. В этой статье мы рассмотрим некоторые основы фреймворка и настроим его для работы с Android проектом.

Одно из наиболее значимых изменений JUnit 5 — это то, что теперь фреймворк состоит с нескольких компонентов. **JUnit Platform** — основа платформы, которая позволяет запускать разные тест-фреймворки на JVM. **JUnit Jupiter** — сердце платформы. Предоставляет новые возможности для создания тестов и разработки собственных расширений. И наконец-то, **JUnit Vintage**, который предоставляет поддержку старых тестов, это тестовый фреймворк, на котором можно запускать все JUnit 4 тесты. Эти три компонента и являют собою JUnit 5. На основании вышеописанного, можно сказать, что при всех значительных изменениях платформы, она все еще предоставляет полную работоспособность тестов, написанных на JUnit 4.

Рассмотрим теперь настройку JUnit 5 для операционной системы Android. Наиболее очевидное место чтобы начать — официальная документация (<https://junit.org/junit5/docs/current/user-guide>), секция 4.2.1 описывает как настроить JUnit 5 для Gradle. Но, если следовать инструкциям и просто добавить Gradle плагин для JUnit 5 сборка проекта не будет работать:

```
Oleksii-MBP:JUnit5 oleksii$ ./gradlew Test
Starting a Gradle Daemon, 1 incompatible Daemon could not be reused, use --status for details

FAILURE: Build failed with an exception.

* Where:
Build file '/Users/oleksii/AndroidProjects/JUnit5/build.gradle' line: 30

* What went wrong:
A problem occurred evaluating root project 'JUnit5'.
> Could not find method test() for arguments [build_ajjd6vyn42ssdk9lk18k3yf6k$run_closure3@7d05e69e] on root project 'JUnit5' of type org.gradle.api.Project.

* Try:
Run with --stacktrace option to get the stack trace. Run with --info or --debug option to get more log output. Run with --scan to get full insights.

* Get more help at https://help.gradle.org

BUILD FAILED in 4s
```

Причиной является то, что JUnit 5 работает с Gradle плагином для Java, который определяет другую иерархию задач (task) чем Android Gradle плагин. Если мы работаем с чистой Java в нашем проекте — данная настройка будет работать

без проблем, но, когда мы пробуем запустить юнит-тесты, в Android проекте, возникают проблемы. Так что, чтобы работать с JUnit 5 в Android нам нужен другой плагин. К счастью, уже имеется готовое решение.

Чтобы его использовать, мы должны убрать все что мы только-что добавили в результате настройки. Далее нам нужно добавить необходимые настройки чтобы плагин работал как часть системы:

```
buildscript {
    dependencies {
        classpath «de. mannodermaus. gradle. plugins: android-junit5:1.2.0.0»
    }
}

apply plugin: «de. mannodermaus. android-junit5»

dependencies {
    implementation fileTree (dir: «libs», include: [ '*.jar«»])
    implementation «com. android. support: appcompat-v7:28.0.0»
    implementation «com. android. support. constraint: constraint-layout:1.1.3»

    // (Required) Writing and executing Unit Tests on the JUnit Platform
    testImplementation «org. junit. jupiter: junit-jupiter-api:5.2.0»
    testRuntimeOnly «org. junit. jupiter: junit-jupiter-engine:5.2.0»

    // (Optional) If you need «Parameterized Tests»
    testImplementation «org. junit. jupiter: junit-jupiter-params:5.2.0»

    // (Optional) If you also have JUnit 4-based tests
    testImplementation «junit: junit:4.12»
    testRuntimeOnly «org. junit. vintage: junit-vintage-engine:5.2.0»

    testImplementation («org. assertj: assertj-core:3.11.1»)
}
```

Теперь можно использовать JUnit 5 для написания тестов. Стоит заметить, что нам все еще нужно включать зависимость JUnit 4.12 так как test runner Android Studio не будет работать без этого.

Теперь создадим два теста и проверим что тесты работают. Это будут два «Hello world!» теста, первый на JUnit 4:

```
import org.junit.Test;
import static org.assertj.core.api.Assertions.assertThat;

public class JUnit4Test {
    @Test
    public void test() {
        assertThat( actual: true).isTrue();
    }
}
```

Второй будет создан с помощью JUnit 5:

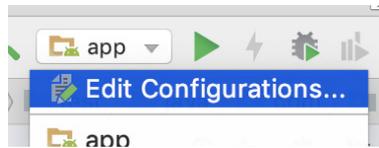
```
import org.junit.jupiter.api.Test;
import static org.assertj.core.api.Assertions.assertThat;

public class JUnit5Test {

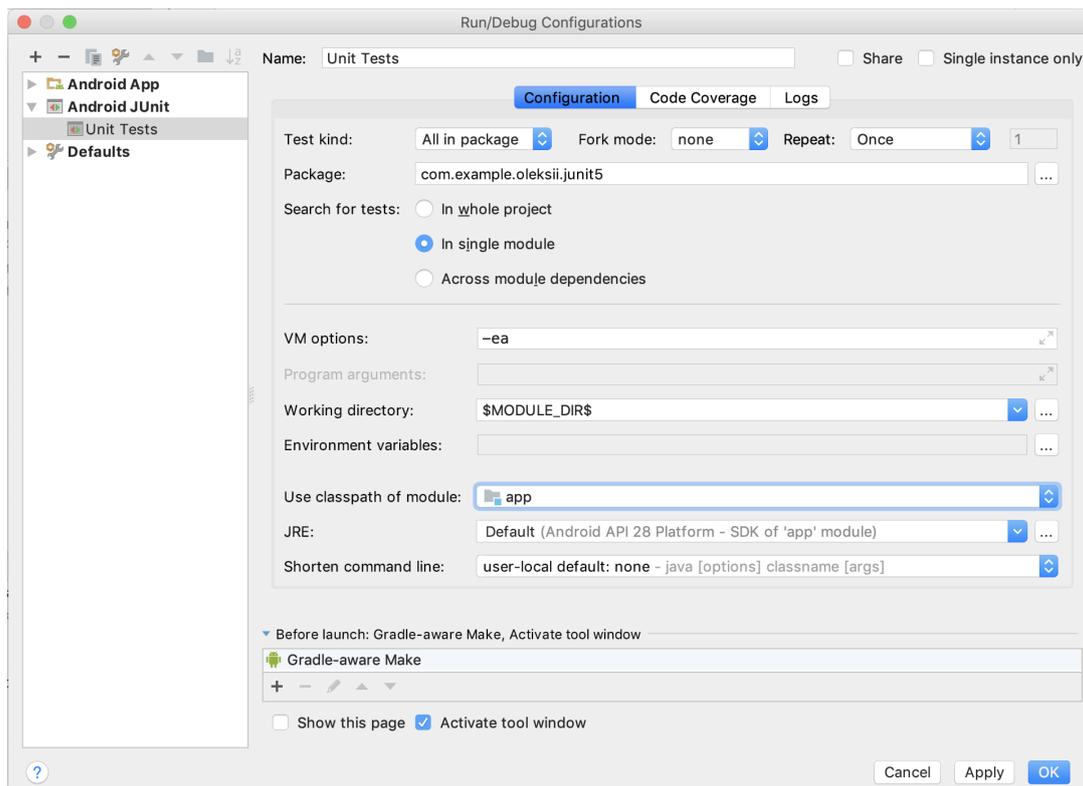
    @Test
    public void test() {
        assertThat( actual: true).isTrue();
    }
}
```

Сейчас единственное отличие, этих двух тестов в выделенной строке.

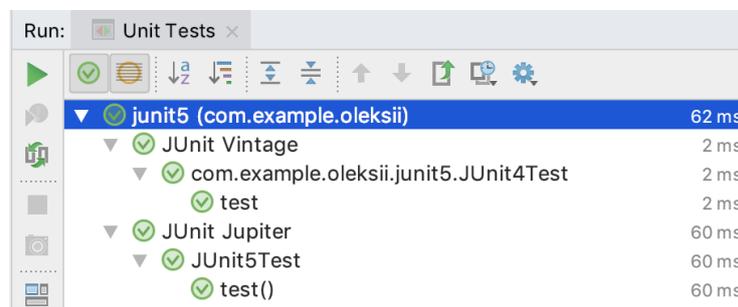
Теперь мы можем сконфигурировать исполнителя тестов в Android Studio. Нужно выбрать «Edit Configurations...» в выпадающем списке, на панели инструментов:



Создаем конфигурацию Android JUnit:



Если мы запустим данную конфигурацию, мы увидим, что тесты запустились и успешно прошли:



Стоит обратить внимание что тест, который был написан на JUnit 4, выполнен с помощью JUnit Vintage, а написанный с помощью JUnit 5 — на JUnit Jupiter.

Единственная проблема данного подхода возникает при попытке запуска тестов через командную строку:

```
:app:compileReleaseUnitTestSources
:app:assembleReleaseUnitTest
:app:junitPlatformTestRelease
Feb 18, 2017 4:46:04 PM org.junit.platform.launcher.core.ServiceLoaderTestEngineRegistry loadTestEngines
INFO: Discovered TestEngines with IDs: [junit-jupiter]

Test run finished after 83 ms
[      1 tests found      ]
[      0 tests skipped   ]
[      1 tests started   ]
[      0 tests aborted   ]
[      1 tests successful ]
[      0 tests failed    ]
[      0 containers failed]

:app:testDebugUnitTest
:app:testReleaseUnitTest
:app:test SKIPPED

BUILD SUCCESSFUL

Total time: 6.197 secs
→ JUnit5
```

Отчет по выполнению тестов говорит нам что выполнен только один тест, но у нас написано 2 теста. Проблема заключается в том, что только junit-jupiter был найден, для выполнения тестов. Чтобы решить данную проблему нужно добавить **junit-vintage** в build.gradle файл:

```
testRuntimeOnly «org.junit.vintage:junit-vintage-engine:5.2.0»
```

Тесты, как и раньше, работают если запускать с Android Studio, и кроме это теперь их можно запускать через командную строку:

```
:app:compileReleaseUnitTestSources
:app:assembleReleaseUnitTest
:app:junitPlatformTestRelease
Feb 18, 2017 4:48:11 PM org.junit.platform.launcher.core.ServiceLoaderTestEngineRegistry loadTestEngines
INFO: Discovered TestEngines with IDs: [junit-jupiter, junit-vintage]

Test run finished after 96 ms
[      2 tests found      ]
[      0 tests skipped   ]
[      2 tests started   ]
[      0 tests aborted   ]
[      2 tests successful ]
[      0 tests failed    ]
[      0 containers failed]

:app:testDebugUnitTest
:app:testReleaseUnitTest
:app:test SKIPPED

BUILD SUCCESSFUL

Total time: 5.756 secs
→ JUnit5
```

В этой статье были изложены основы JUnit 5, рассказано, как настроить Android-проект на использование JUnit 5, описаны проблемы, связанные с этим, и пути их решения.

Литература:

1. JUnit 5 // JUnit 5. URL: <https://junit.org/junit5/> (дата обращения: 20.10.2018).
2. JUnit 5: Getting Started // Styling Android. URL: <https://blog.stylingandroid.com/junit-5-getting-started/> (дата обращения: 20.10.2018).

Современное определение искусственного интеллекта

Пилецкая Антонина Валерьевна, студент
Самарский государственный технический университет

Современное определение искусственного интеллекта — это «исследование и дизайн интеллектуальных агентов», где интеллектуальный агент — это система, которая воспринимает окружающую среду и принимает меры, которые максимизируют ее шансы на успех.

Джон Маккарти, который ввел этот термин в 1956 году, определяет его как «науку и технику создания интеллектуальных машин». Были предложены другие названия для поля, такие как вычислительный интеллект, синтетический интеллект или вычислительная рациональность. Термин «искусственный интеллект» также используется для описания свойств машин или программ: интеллект, который демонстрирует система.

Исследования ИИ используют инструменты и идеи многих областей, в том числе информатики, психологии, философии, нейробиологии, когнитивной науки, лингвистики, исследований операций, экономики, теории управления, вероятности, оптимизации и логики.

Исследования ИИ также перекрывают такие задачи, как робототехника, системы управления, планирование, добыча данных, логистика, распознавание речи, распознавание лиц и многие другие.

Вычислительная разведка. Вычислительная интеллект предполагает итеративное развитие или обучение (например, настройка параметров в системах соединений).

Обучение основано на эмпирических данных и связано с несимвольным ИИ, искусным искусственным интеллектом и мягкими вычислениями.

Субъекты вычислительного интеллекта, как определено IEEE Computational Intelligence Society, включают в основном: нейронные сети: обучаемые системы с очень сильными возможностями распознавания образов.

Нечеткие системы: методы рассуждений в условиях неопределенности широко используются в современных системах управления промышленными и потребительскими товарами; способный работать с такими понятиями, как «горячий», «холодный», «теплый» и «кипящий».

Эволюционное вычисление: применяет биологически вдохновленные концепции, такие как популяции, мутации и выживаемость наиболее подходящих для получения более эффективных решений проблемы.

С гибридными интеллектуальными системами предпринимаются попытки объединить эти две группы.

Правила вывода экспертов могут генерироваться посредством нейронной сети или правил производства из статистического обучения.

Считается, что человеческий мозг использует несколько методов для формулирования и перекрестного контроля результатов.

Таким образом, системная интеграция рассматривается как перспективная и, возможно, необходимая для истинного ИИ, особенно интеграция символических и соединительных моделей.

Система искусственного интеллекта, которая может выполнять сложные задачи, такие как чтение, понимание и обучение, десятилетиями была одной из самых больших проблем искусственного интеллекта.

Чтение, понимание и обучение уже давно являются самыми большими проблемами, которые должна преодолеть система искусственного интеллекта. Неудивительно, что когда модель искусственного интеллекта, разработанная Alibaba, в прошлом месяце превзошла людей в тестах на понимание прочитанного, несколько СМИ восприняли это событие как достижение в мире искусственного интеллекта. Разработанная компанией система на основе искусственного интеллекта позволит следить за многомиллионным поголовьем. На начальном этапе внедрения системы машинное зрение будет отслеживать свиней с помощью камер, которые будут вести учет животных, ориентируясь на клейма с ID на их спинах. В будущем Alibaba намерена усовершенствовать систему, добавив такие функции, как анализ самочувствия животных. Для этого будут использоваться, к примеру, инфракрасные датчики, которые будут контролировать двигательную активность свиней, а также система распознавания голоса, которая по визгу поросенка сможет определить, что его случайно придавила большая свинья (а это является причиной смерти 3% поросят ежегодно!) или вовремя засечет кашель в стаде, что позволит избежать эпидемии.

Согласно 10 основным стратегическим тенденциям развития Gartner на 2018 год, эволюция интеллектуальных разработок является одной из 10 стратегических тенденций с широким отраслевым воздействием и значительным потенциалом для развития.

Во-первых, ИИ не является машинным обучением. Даже если машинное обучение может быть полезным для некоторых задач, автоматическое обучение не является реальным.

Давайте посмотрим на пример. В то время как задачи восприятия, такие как распознавание изображений, более применимы для интеллектуальной системы, основанной на компьютерном обучении, ситуация другая, если мы рассматриваем когнитивные задачи, такие как чтение и понимание. Такие познавательные задачи требуют более чем чистого подхода к компьютерному обучению, потому что существует большая двусмысленность, которую необходимо преодолеть, чтобы понять язык. Для устранения двусмысленности слова, которое может выражать раз-

личные значения в контексте, необходимы более сложные возможности.

Идея мира ИИ, где искусственно интеллектуальная система может магически выполнять любую когнитивную задачу, которую может выполнять человек, в лучшем случае

является умозрительной. Путь к реальной искусственно разумной системе, основанной на основных аспектах ИИ, таких как семантический анализ текста, чтобы понять более глубокий смысл слов и предложений, длинный; человеческий интеллект останется центральным в такой системе.

Литература:

1. Искусственный интеллект и принятие решений, № 1, 2011; Ленанд — М., 2011. — 742 с.
2. Искусственный интеллект и принятие решений, № 4, 2011: моногр.; ИСА РАН — М., 2011. — 124 с.
3. Шапиро, Д. Основы технологии виртуальной реальности; Машиностроение — Москва, 2013. — 268 с.
4. Андрейчиков, А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Учебное пособие; Ленанд — М., 2015. — 306 с.

О подходе к оценке степени защищенности многоуровневой системы защиты информации на основе марковской модели

Яркова Ольга Николаевна, кандидат экономических наук, доцент;

Труфанова Алена Владимировна, студент;

Яркова Анастасия Сергеевна, студент

Оренбургский государственный университет

В работе рассматривается марковская модель многоуровневой системы защиты информации с восстанием защитных свойств системы. Для оценки уровня защищенности системы используется система критериев, отражающих вероятность и время доступа к наиболее важным уровням. На основе выбранных критериев предложен математически-обоснованный подход к планированию организации функционирования системы защиты информации на различных уровнях доступа.

Ключевые слова: информационная безопасность, многоуровневые системы доступа к данным, марковская модель.

Повсеместное внедрение автоматизированных информационных систем (АИС) в структуру управления на всех уровнях является во многом определяющим фактором перевода экономики на цифровой уровень. В последние 20 лет имеет место устойчивая тенденция к неуклонному увеличению числа информационных атак на ресурсы АИС.

В научных исследованиях российских и зарубежных авторов больше внимания уделяют разработке средств защиты информации, анализу средств физической и криптографической защиты данных. Ряд работ [1–4] посвящен марковским моделям, описывающим функционирование систем защиты информации. Однако, в них нет практических, математически-обоснованных рекомендаций по организации функционирования системы защиты информации на различных уровнях доступа, указанному вопросу посвящена настоящая статья.

Рассмотрим многоуровневую систему защиты информации, предложенную авторами в работе [5]. Анализируемая система защиты информации предполагает три уровня доступа к данным для зарегистрированных пользователей, причем, третий (наивысший) уровень предполагает полный доступ к конфиденциальной информации. Система может быть описана марковским процессом типа «гибели — размножения», с состояниями: S_0 — доступ для незарегистрированных в системе пользователей — «Гость»: пользователю доступен стандартный набор программных средств; S_1 — первый уровень доступа для зарегистрированных пользователей: доступен более широкий набор программных средств, доступ к открытым базам данных с функцией чтения; S_2 — второй уровень доступа для зарегистрированных пользователей: доступ к открытым базам данных с функцией чтения — редактирования; S_3 — третий (наивысший) уровень доступа: полный доступ к базам данных, в том числе к данным конфиденциального характера. Граф состояний системы представлен на рисунке 1.

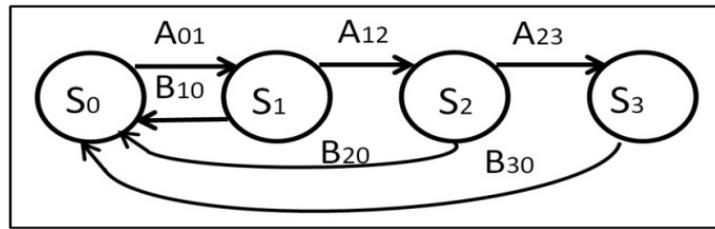


Рис. 1. Граф состояний системы многоуровневого доступа к данным с восстановлением защитных свойств

Матрица интенсивностей и система Колмогорова-Чепмена для вероятностей состояний системы имеют вид

$$A = \begin{pmatrix} -A_{01} & A_{01} & 0 & 0 \\ B_{10} & -(B_{10} + A_{12}) & A_{12} & 0 \\ B_{20} & 0 & -(B_{20} + A_{23}) & A_{23} \\ B_{30} & 0 & 0 & -B_{30} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{cases} P_0'(t) = -A_{01}P_0(t) + B_{10}P_1(t) + B_{20}P_2(t) + B_{30}P_3(t) \\ P_1'(t) = A_{01}P_0(t) - (B_{10} + A_{12})P_1(t) \\ P_2'(t) = A_{12}P_1(t) - (B_{20} + A_{23})P_2(t) \\ P_3'(t) = A_{23}P_2(t) - B_{30}P_3(t) \\ P(0) = (1 \ 0 \ 0 \ 0)^T \end{cases} \quad (2)$$

$$P_i = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t), \quad i = 0, 1, 2, 3, \quad P = (P_0, P_1, P_2, P_3)^T \quad (3)$$

где $A_{i,j}$ — интенсивности перехода системы в старшие состояния, за счет взлома системы нарушителями; $B_{i,j}$ — интенсивности перехода системы в состояние S_0 — «Гость», за счет выявления нарушителей во время сканирования системы; P_i — предельные (стационарные) вероятности состояний системы, $i = 0, 1, 2, 3$.

Проанализируем вероятности состояний системы при фиксированных значениях интенсивностей переходов. Решение задачи Коши для системы дифференциальных уравнений (2) находили при следующих (базовых) значениях интенсивностей переходов: $a_{01} = 1$ нар/час; $a_{12} = 0,8$ нар/час; $a_{23} = 0,6$ нар/час; $b_{30} = 0,5$ нар/час; $b_{20} = 0,7$ нар/час; $b_{10} = 0,9$ нар/час. В работе [5] показано, что вероятности состояний системы в стационарном режиме зависят только от соотношения между интенсивностями переходов в старшие состояния и младшие, соответственно, и не зависят от конкретных значений интенсивностей. Однако они влияют на время установления стационарного режима.

В работе [5], для анализа свойств системы защиты информации предлагаются следующие характеристики и критерии защищенности: (А) уровень защищенности системы — вероятность того что система не будет взломана $P_0 = 1 - P_1 - P_2 - P_3 \rightarrow \max$; (В) вероятность несанкционированного доступа на II и III уровни $P_{23} = P_2 + P_3 \rightarrow \min(0)$; (С) вероятность несанкционированного доступа к уровню III — $P_3 \rightarrow \min(0)$; (D) среднее время нахождения злоумышленника в состоянии доступа III — $T_3 = P_3 / B_{30} \rightarrow \min(0)$; (Е) среднее время нахождения злоумышленника в состояниях доступа II и III — $T_{23} = P_2 / B_{20} + P_3 / B_{30} \rightarrow \min(0)$.

Проанализируем, как повлияет на характеристики защищенности системы соотношения: (1) $A_{01} > A_{12} > A_{23}$ (при $A_{01} = a_{01}$; $A_{12} = a_{12}$; $A_{23} = a_{23}$; $B_{30} = b_{30}$; $B_{20} = b_{20}$; $B_{10} = b_{10}$) и (2) $A_{01} < A_{12} < A_{23}$ (при $A_{01} = a_{23}$; $A_{12} = a_{12}$; $A_{23} = a_{01}$; $B_{30} = b_{30}$; $B_{20} = b_{20}$; $B_{10} = b_{10}$). В (1)-м случае мы анализируем ситуацию, когда I уровень доступа к системе защищен больше чем III, во втором случае — наоборот (таблица 1).

В случае (2) наблюдается незначительное снижение вероятности нахождения системы в состоянии S3 и среднего времени нахождения системы в состоянии S3 по сравнению с моделью (1). Вероятность несанкционированного доступа на II и III уровни, для модели (2), на 0.065 ниже, а защищенность системы на 0.12 выше, при тех же затратах на организацию системы.

Таблица 1

Характеристики защищенности системы, модели (1)-(3)

Мо- дель	Соотношения интенсивно- стей	Защищен- ность си- стемы, (P_0)	Вероятность несанкц. доступа		Время нахождения нарушителя	
			на II и III уровни, (P_{23})	на III уровне (P_3)	на II и III уровнях (T_{23}), час	на III уровне (T_3), час
(1)	$A_{01} > A_{12} > A_{23}$ $B_{30} < B_{20} < B_{10}$	0.419	0.333	0.182	0.581	0.364
(2)	$A_{01} < A_{12} < A_{23}$ $B_{30} < B_{20} < B_{10}$	0.54	0.268	0.179	0.487	0.359
(3)	$A_{01} = A_{12} = A_{23}$ $B_{30} < B_{20} < B_{10}$	0.47	0.307	0.189	0.547	0.378

При одинаковой степени защищенности уровней доступа, т. е. при выполнении условия (3) $A_{01} = A_{12} = A_{23}$ (при $A_{01} = A_{12} = A_{23} = a_{12}$; $B_{30} = b_{30}$; $B_{20} = b_{20}$; $B_{10} = b_{10}$) (таблица 1) наблюдается рост вероятности несанкционированного доступа к уровню III и рост среднего времени нахождения системы на уровне III. Уровень защищенности системы принял среднее значение между случаем (1) и (2).

Проанализируем влияние на характеристики системы защиты информации частоты сканирования уровней доступа, используя соотношения: (2) $B_{30} < B_{20} < B_{10}$ (при $A_{01} = a_{23}$; $A_{12} = a_{12}$; $A_{23} = a_{01}$; $B_{30} = b_{30}$; $B_{20} = b_{20}$; $B_{10} = b_{10}$); (4) $B_{30} > B_{20} > B_{10}$ (при $A_{01} = a_{23}$; $A_{12} = a_{12}$; $A_{23} = a_{01}$; $B_{30} = b_{10}$; $B_{20} = b_{20}$; $B_{10} = b_{30}$), (5) $B_{30} = B_{20} = B_{10}$ (при $A_{01} = a_{23}$; $A_{12} = a_{12}$; $A_{23} = a_{01}$; $B_{30} = B_{20} = B_{10} = b_{20}$), при выполнении соотношения $A_{01} < A_{12} < A_{23}$. В модели (2) — частота сканирования III уровня доступа меньше чем II, частота сканирования II уровня меньше чем I. В модели (4) — наоборот, III уровень сканируется чаще, чем II, II чаще чем I. Модель (5) соответствует одинаковой частоте сканирования всех уровней доступа. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики защищенности системы, модели (2), (4), (5)

Мо- дель	Соотношения интенсивно- стей	Защищен- ность систе- мы, (P_0)	Вероятность несанкц. до- ступа		Время нахождения нарушите- ля	
			на II и III уровни, (P_{23})	на III уро- вень (P_3)	на II и III уров- нях (T_{23}), час	на III уровне (T_3), час
(2)	$A_{01} < A_{12} < A_{23}$ $B_{30} < B_{20} < B_{10}$	0.540	0.268	0.179	0.487	0.359
(4)	$B_{30} > B_{20} > B_{10}$ $A_{01} < A_{12} < A_{23}$	0.521	0.238	0.125	0.300	0.140
(5)	$B_{30} = B_{20} = B_{10}$ $A_{01} < A_{12} < A_{23}$	0.538	0.246	0.145	0.352	0.207

Уровень защищенности системы в целом для случая (2) ($P_0=0.54$) выше, чем для случая (4) ($P_0=0.521$), но вероятность преодоления III уровня защиты для случая (2) ($P_3=0.179$) выше, чем для модели (4) ($P_3=0.125$) и время нахождения в состоянии доступа III уровня в случае (2) выше более чем в 2 раза по сравнению с моделью (4). Характеристики защищенности системы при одинаковой частоте сканирования уровней доступа — модель (5), по уровню надежности занимает среднее положение между моделями (2) и (4). Учитывая соотношения характеристик защищенности системы большей надежности можно добиться, сканируя систему на правомерность III уровня доступа чаще чем для II и I уровней.

Обобщая результаты моделирования, можно сформулировать следующие рекомендации по организации функционирования системы защиты информации: для обеспечения более высокого уровня защищенности системы в целом рекомендуется придерживаться соотношений интенсивностей: (4) $A_{01} < A_{12} < A_{23}$; $B_{30} > B_{20} > B_{10}$ (сложность вскрытия первого уровня защиты выше чем второго и третьего, частота сканирования третьего уровня защиты выше чем первого и второго) так как они дают достаточно высокие показатели защищенности системы в целом, низкие значения вероятностей несанкционированного доступа на III и II уровни, наименьшие значения времени пребывания нарушителя в системе при тех же затратах на организацию системы.

Литература:

1. Щеглов, К. А., Щеглов А. Ю. Марковские модели угрозы безопасности информационной системы // Известия ВУЗов. Приборостроение. — 2015. — Т. 58. — № 12. — С. 957–965.
2. Щеглов, К. А., Щеглов А. Ю. Математические модели эксплуатационной информационной безопасности // Вопросы защиты информации. 2014. Т. 106, № 3. с. 52–65.
3. Евсютин, О. О., Миронова В. Г. Моделирование информационной безопасности и обработки данных с использованием математического аппарата дискретных динамических систем // Ползуновский вестник. — 2012. — № 3–2. — с. 222–226.
4. Стародубцев, Ю. И., Ерышов В. Г., Корсунский А. С. Модель процесса мониторинга безопасности информации в информационно-телекоммуникационных системах // Автоматизация процессов управления. — 2011. — № 1. — с. 58–61.
5. Яркова, О. Н., Яркова А. С., Труфанова А. В. Применение марковских моделей к исследованию систем защиты информации // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие» (Санкт-Петербург, август 2018). Международная научная конференция «Безопасность: Информация, Техника, Управление». — СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», — 2018. — с. 103–107.

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Алгоритмическая реализация обработки спектрального анализа

Данилов Дмитрий Евгеньевич, инженер
ООО «Синтек» (г. Томск)

Нахождение уровня корреляционным методом сводится к вычислению взаимной корреляционной функции сигналов, поступающих с датчиков. Однако на практике, так как размер исследуемых выборок достаточно велик, использование (1):

$$r_{AB}(j) = \frac{1}{N} \sum_{i=N/2}^{N+N/2} s_A(i) s_B(i+j), \quad (1)$$

для вычисления корреляционной функции не является целесообразным. Очевидно, что реализация (1) требует умножения каждого отсчета последовательности s_A , на каждый из отсчетов последовательности s_B , то есть N^2 операций умножения. Так как величина NN оказывает влияние на точность обнаружения уровня, она является достаточно большой (имеет порядок десятков тысяч), что затрудняет расчет корреляции непосредственно.

Таким образом, для больших N более эффективным способом расчета корреляционной функции является использование алгоритма Тома-Кука. В основу алгоритма положена теорема о корреляции, которая описывается следующим соотношением

$$R_{AB}(j) = \frac{1}{N} \cdot F_D^{-1} [F_D^*(s_A(i)) \cdot F_D(s_B(i))], \quad (2)$$

где F_D — прямое дискретное преобразование Фурье (ДПФ); F_D^{-1} — обратное ДПФ; F_D^* — комплексно-сопряженное представление результатов прямого ДПФ. Преимущество (2) заключается в возможности использования эффективных алгоритмов ДПФ, для вычисления взаимной корреляционной функции. В частности, использование алгоритма быстрого преобразования Фурье (алгоритма Кули-Тьюки), позволяет ускорить расчет по формуле (2) для $N > 128$. Это связано с более благоприятной асимптотикой метода — количество необходимых операций умножения в данном случае составляет $\log_2 2N + 8N$. Кроме того, специфика расчета ДПФ с помощью алгоритма БПФ позволяет производить его эффективную реализацию на многопроцессорных устройствах, что позволяет получить существенный выигрыш в быстродействии системы обработки сигналов в целом.

При программной реализации, алгоритм Тома-Кука может быть представлен следующей последовательностью шагов:

Шаг 1. С помощью алгоритма БПФ выполняются дискретные преобразования Фурье дискретизированных сигналов обоих датчиков:

$$X_A(k) = F_D [s_A(i)],$$

$$X_B(k) = F_D [s_B(i)].$$

Так как применение БПФ связано с последовательным делением N точечной последовательности на две $N/2$ точечных и далее, то на количество отсчетов в исходной последовательности накладывается ограничение $N = 2^n$, где n — целое. Кроме того отсчеты сигналов $s_A(i)$ и $s_B(i)$ являются вещественными, следовательно ДПФ содержит 2 вещественных спектральных отсчета и $(N/2 - 1)$ комплексно сопряженных пар отсчетов. В связи с этим, результат БПФ может быть представлен $(N/2 + 1)$ уникальным спектральным отсчетом, то есть $k = 0, 1, \dots, N/2$.

Шаг 2. Путем поэлементного перемножения $X_A^*(k)$ и $X_B(k)$ формируется новый комплексный массив (кросс-спектр сигналов):

$$\{P_{AB}(k) = X_A^*(k) \cdot X_B(k)\}.$$

Шаг 3. С помощью алгоритма БПФ выполняется обратное дискретное преобразование Фурье кросс-спектра сигналов датчиков:

$$R_{AB}(j) = \frac{1}{N} \cdot F_D^{-1} [P_{AB}(k)].$$

Результатом обратного ДПФ является функция взаимной корреляции $R_{AB}(j)$, где $j = 0, 1, \dots, N - 1$.

Шаг 4. В связи с тем, что использование аппарата ДПФ предполагает N — периодичность исходных последовательностей, то функцию взаимной корреляции $R_{AB}(j)$, также можно считать N — периодической. В связи с этим справедливо следующее представление корреляционной функции:

$$r_{AB}(j) = \begin{cases} |R_{AB}(j)|, & 0 \leq j \leq N/2 \\ |R_{AB}(N - j)|, & -N/2 < j < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Для измерения уровня в емкости разработаем программу, задача которой спектральный анализ принятого сигнала. На вход программы поступает звукозапись, размер окна, начальный индекс, вектор гармоник и вектор окрестностей:

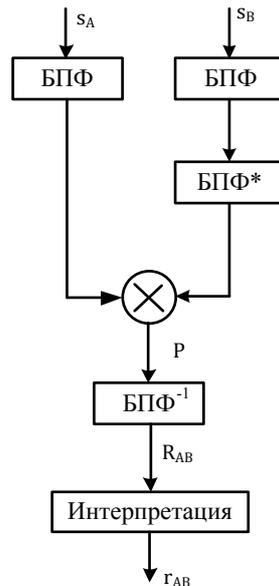


Рис. 1. Схема вычисления взаимной корреляции через БПФ

```

FreqStep_TMP ←  $\frac{\text{SampleRate\_INP}}{\text{WinSize\_INP}}$ 
I ← WinSize_INP - 1
J ← length(VecHam_INP) - 1
K ← length(VecNghbr_INP) - 1
Window_TMP ← get_window(SoundChannel_INP, WinSize_INP, StartInd_INP)
AmpSpec_TMP ← get_amp_spec(Window_TMP)
SpecFreq_OUT<1> ← AmpSpec_TMP
SpecFreq_OUT<0> ← AmpSpec_TMP
for i ∈ 0, 1..I
  (SpecFreq_OUT<1>)i ← FreqStep_TMP · i
TMainOut_OUT ← anal_spec_ham_ext(AmpSpec_TMP, VecHam_INP, VecNghbr_INP)
MainOut_OUT ← init_mat(K + 2, J + 1)
for k ∈ 0, 1..K
  MainOut_OUT<k> ← TMainOut_OUT<k>
for j ∈ 0, 1..J
  (MainOut_OUT<K+1>)j ← FreqStep_TMP · VecHam_INPj
  (SpecFreq_OUT)
  (MainOut_OUT)
  
```

Рис. 2. Тело программы вычисления спектрального анализа

Алгоритм программы такой:

1. достаём окно сигнала (размер задается на входе);
2. находим сначала его комплексный спектр;
3. получаем из него амплитудный спектр;
4. дальше считаем энергию принятого сигнала в заданных частотных областях (учитывая окрестности);

На входе функции соответственно: I — запись сигнала (одноканального), в нашем случае, определять значение функции будем два раза для верхнего и нижнего датчиков соответственно;

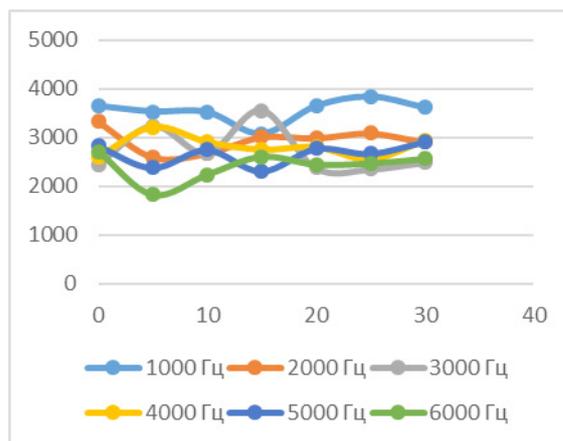
II — частота дискретизации — частота взятия отсчётов непрерывного по времени сигнала при его дискретизации (в частности, аналого-цифровым преобразователем), со звуковой карты — 44.1 кГц — используется в Audio CD. Выбрано Sony из соображений совместимости с стандартом PAL, за счёт записи 3 значений на линию картинки кадра × 588 линий на кадр × 25 кадров в секунду, и достаточности (по теореме Котельникова) для качественного покрытия всего диапазона частот, различаемых человеком на слух (20 Гц — 20 КГц); III — ширина окна БПФ (кратна

двойки) и равна $N = 2^{14}$; IV — начальный индекс, с которого начинаем разбирать запись (то есть, чтобы не разбивать запись предварительно, можно было взять окно откуда-нибудь из середины); V — вектор, содержащий индексы спектральных отсчётов, в котором мы ищем гармоники (набор гармоник выходного сигнала динамика):

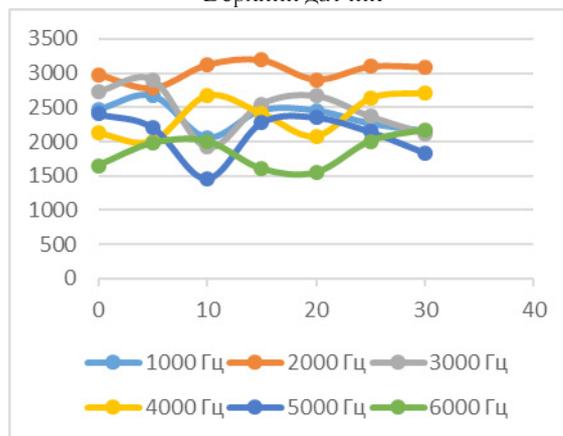
$$\begin{array}{r}
 500 \\
 550 \\
 600 \\
 650 \\
 700 \\
 750 \\
 800 \\
 850 \\
 900 \\
 950 \\
 1000 \\
 1050 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{array}
 \times \frac{N}{44100}$$

;

VI — вектор, где для каждой гармоники указана окрестность, в которой мы её ищем.



Верхний датчик



Нижний датчик

Литература:

1. Method and apparatus for detecting and locating fluid leaks / patent US 4083229 A. — 1978.
2. Мясникова, Н. В., Берестень М. П., Цыпин Б. В., Мясникова М. Г. Экспресс-анализ сигналов в инженерных задачах // Физматлит, 2016. — с. 184.
3. Александр Харкевич. Спектры и анализ // Editorial URSS, 2018. — С. 240.
4. Айфичер, Э. С., Джервис Б. У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. — М: Вильямс, 2008. — 992 с.
5. Методы спектрального анализа в задаче обнаружения аномалий информационных процессов телекоммуникационных сетей. — М.: Бибком, 2013. — 171 с.

ЭНЕРГЕТИКА

Обзор устройств современных систем автоматизации управления холодильных машин

Галка Галина Александровна, старший преподаватель;
Гриценко Александр Евгеньевич, студент магистратуры;
Колодько Сергей Александрович, студент магистратуры
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

Автоматизированные системы управления и диспетчеризации являются неотъемлемой частью технологического оснащения современного производства, способствуют повышению качества продукции и улучшают экономические показатели за счет выбора и поддержания оптимальных режимов работы оборудования.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами. В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдению за их действием. Если автоматизация облегчает физический труд человека, то она имеет цель облегчить так же и умственный труд.

Автоматизация уменьшает количество обслуживающего персонала и обеспечивает работу машины в оптимальном режиме.

Обзор систем автоматизации и их преимущества перед механическими способами регулирования

Системы автоматизации делятся:

— по назначению оборудования: бытовые холодильники, коммерческие холодильные установки, промышленные холодильные установки и системы поддержания микроклимата;

— по степени автоматизации: с ручным управлением, полуавтоматическое управление и полностью автоматизированные [1].

Бытовые холодильники (морозильники) имеют следующие виды управления:

— механический термостат-прибор для поддержания постоянной температуры в охлаждаемом объеме. Работает по принципу прерывания электроснабжения на источник производства холода (компрессор, нагреватель, источник питания)



Рис. 1. Внешний вид бытового термостата К-59L

— электронный термостат так же, как и механический выполняет функцию разрыва цепи питания при наборе температуры. Отличие заключается в более точном контроле температуры и более высокой надёжности.



Рис. 2. Внешний вид электронного термостата

— электронная плата управления является наиболее интеллектуальным органом управления бытовыми холодильниками. Имеет расширенные функции управления,

контроля, самодиагностики и оповещения об авариях и отказах элементов.

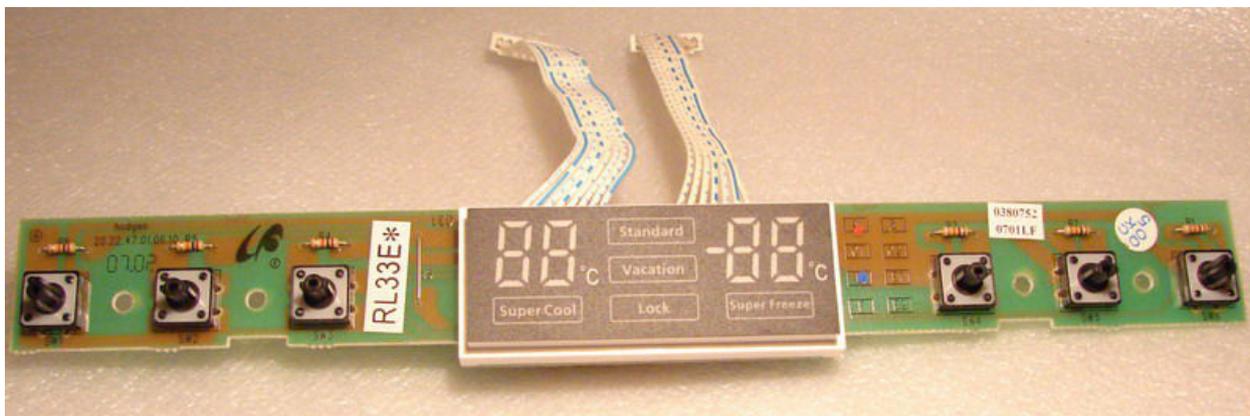


Рис. 3. Внешний вид платы управления холодильником

Описанные выше системы управления в настоящее время одинаково используются в бытовой холодильной технике, но отличия в качестве выполняемых функций очевидны:

— механический термостат на показатели работы влияют качество и количество заправляемого холодильного агента в термобаллон, плотность его монтажа к испарителю. Недостатком является большой дифференциал между размыканием и замыканием контактов термостата. В результате в объеме холодильника температура может изменяться от установленной на 5–8 градусов Цельсия [2].

— в электронном термостате устранены недостатки механического. Рабочий элемент (термопару) достаточно поместить в объем камеры охлаждения.

— электронная плата к преимуществам электронного термостата добавляет функции управления не только

компрессором, но и ТЭНами оттайки, вентилятором испарителя, соленоидным клапаном питания морозильной камеры. Так же, в случае неисправности какого-либо элемента или нарушения штатной работы всей системы, выводит на экран сообщение об аварии в виде цифрового кода, мигающих светодиодов и т. п.

Коммерческие и промышленные холодильные установки имеют следующие виды управления:

— механическое реле давления — принцип действия основан на работе мембраны, которая непосредственно связана с газовой средой холодильной установки и поджата регулировочной пружиной. При изменении давления за пределы установки мембрана преодолевает действие пружины и размыкает электрические контакты, тем самым прекращая работу установки.

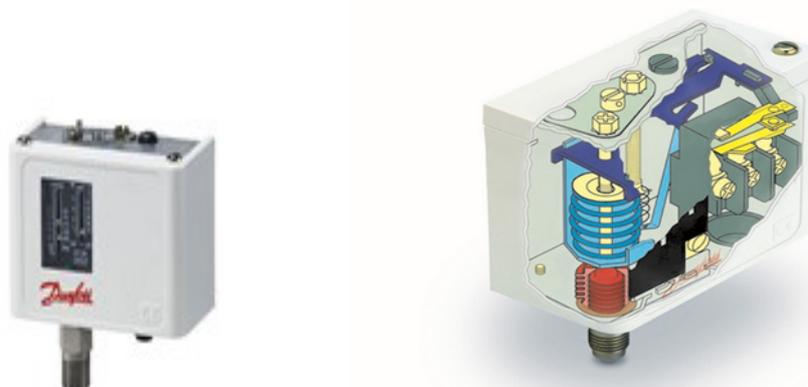


Рис. 4. Внешний вид реле давления типа КР

С помощью реле давления возможно и достаточно управлять холодильными установками небольшой мощности до нескольких кВт. Принцип действия основан на включении и выключении компрессора установки по реле низкого давления. Испаритель (и температура в нем) в

данном случае, регулируются механическим дросселирующим устройством (ТРВ — терморегулирующий вентиль). Недостатком в данной системе является низкая точность поддержания температуры.

— контроллер управления холодильной установкой — устройство управления и контроля всех процессов в холодильной установке [3].



Рис. 5. Внешний вид контроллера

Контроллеры позволяют адаптивно с высокой точностью управлять процессом охлаждения, работой компрессоров, вентиляторов конденсаторов в многокомпрессорных установках и электронными регулирующими вентилями, позволяя поддерживать температуру с точностью до 1^oC.

— системы мониторинга и удаленного доступа. Выполняют функции организации диспетчерского управления, контроля и оптимизации работы холодильного оборудования (магазинов, супермаркетов) и систем кондиционирования воздуха (зданий, музеев, торгово-развлекательных центров).



Рис. 6. Внешний вид систем мониторинга и диспетчерского контроля

Данная система объединяет в себе все выше описанные системы управления холодильными установками и представляет всю информацию в обобщённом, удобном для восприятия виде. Также позволяет проводить статистический анализ работы в виде таблиц, графиков [4].

В заключение можно сделать вывод, что в настоящее время стремительного развития цифровых технологий системы холодоснабжения, также подвержены изменениям в сторону автоматизации всех процессов, начиная с работы самой холодильной установки (для повышения эффективности и уменьшения энергозатрат на производство 1кВт холода) и заканчивая контролем качества

продукта в этих установках (системы контроля качества ХАССП и т. п.). Данные изменения повышают интеллектуальную сложность оборудования и соответственно требования к квалификации обслуживающего персонала. Работники должны уже обладать навыками программирования, настройки необходимых алгоритмов работы оборудования, а системы управления уже сами подстроят оптимальный режим работы холодильной системы. При этом стоит не забывать, что без знаний в области процессов производства холода и кондиционирования воздуха не возможна правильная отладка работы холодильного оборудования.

Литература:

1. Бабакин, Б. С. Альтернативные хладагенты и сервис на их основе: справочное руководство / Б. С. Бабакин, В. И. Стефанчук, Е. Е. Ковтунов — Москва: Колос, 2000. — 160 с.
2. Практическое руководство по ремонту холодильных установок с конденсаторами воздушного охлаждения П. Котзлаоглиан. Перевод с французского В. Б. Сапожникова Техническая редакция В. И. Велюханова, Издательство Московского университета ЗАО «ОСТРОВ» 1999—631 с.
3. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования. Патрик Котзлаоглиан Перевод АНОО «Учебный центр «Остров» Москва 2007 г. — 826 с.
4. Доссат, Рой Дж. Основы холодильной техники: учебник / Рой Дж. Доссат — Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 520 с.

Применение адаптивной автоматической частотной разгрузки в энергосистеме

Горькаева Евгения Юрьевна, докторант

Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева (г. Петропавловск, Казахстан)

Статья раскрывает условия применения адаптивной автоматической частотной разгрузки в энергосистеме, этапы действия устройств АЧР, а также основные требования, предъявляемые к ним.

Ключевые слова: автоматическая частотная разгрузка, система адаптивного отключения, энергосистема, уставка, математическая модель.

Важнейшим параметром режима энергосистемы и одним из основных показателей качества электрической энергии, характеризующим соответствие произведенной и потребленной электроэнергии является частота.

Непрерывное производство электроэнергии и постоянное изменение объемов потребления требует ежедневного контроля. Возникающие колебания баланса мощности приводят к отклонениям частоты от номинального уровня.

Стабилизация частоты на номинальном уровне, путем автоматического регулирования нагрузки генераторов электростанции, для поддержания планового баланса мощности, является основным условием выдержки режима энергосистемы.

Для предотвращения падений частоты применяют автоматическую частотную разгрузку (АЧР), позволяющую отключать часть потребителей при возникновении дефицита мощности.

АЧР-метод противоаварийной автоматики, предназначенный для предотвращения недопустимого снижения частоты и сохранения целостности энергосистемы, который направлен на повышение надежности работы, путем отключения наименее важных потребителей.

Основное назначение автоматической частотной разгрузки является ликвидация дефицита активной мощности и восстановление частоты сети до необходимого уровня. Отключение от сети наименее ответственных потребителей производится по заранее избранной схеме.

Основная цель АЧР — это предотвращение снижения частоты в дефицитных частях энергосистемы, тем самым недопущение развития аварии в энергосистеме.

Устройство традиционной АЧР состоит из 3 основных категорий:

1. АЧР I — быстродействующая разгрузка, позволяет предотвратить глубокое снижение частоты в первое время развития аварии.

2. АЧР II — медленно действующая разгрузка, предназначена для восстановления частоты до нормального значения.

3. Дополнительная разгрузка действует при возникновении дефицита мощности.

Основные требования, предъявляемые к устройствам АЧР:

1. Ликвидация аварий с дефицитом активной мощности;

2. Аварийное изменение частоты в допустимой частотно-временной зоне;

3. Минимальный объем отключённых потребителей;

4. Ликвидация аварий с минимизацией ущерба.

5. Подъем частоты до значений, при которых энергосистема работает нормально.

6. Недопустимо излишнее срабатывание при синхронных качаниях и асинхронных режимах;

7. Контроль рабочего состояния устройств;

8. Предсказание развития аварийной ситуации. [1]

Для наиболее эффективного действия устройств АЧР необходимо совместное сочетание с другими видами автоматики. При аварийном снижении частоты не допускается срабатывание устройств автоматического повторного включения и автоматического включения резерва.

Традиционный расчет и построение АЧР ориентирован на работу разгрузки в изолированной энергосистеме. Учитывая небольшое количество очередей, при обеспечении селективности действия разгрузки, мощность излишне отключаемых потребителей соответственно слишком большая и подъем частоты возможен более 50 Гц, в других же случаях может наблюдаться дефицит.

Традиционная АЧР не имеет определенного порядка для отключения, помимо учета категории потребителей, следовательно, происходит поочередное отключение ступеней от каждого потребителя до полного восстановления частоты.

Такая система разгрузки не является адаптивной, т. е. «самонастраивающейся» и расчет уставок каждой очереди достаточно сложный.

В настоящее время реализуемая адаптивная, т. е. «самонастраивающаяся» АЧР основывается на принципе существенного увеличения числа очередей. Ступени между очередями минимальные. Гибкость системы АЧР достигается путем увеличения числа очередей с минимальной нагрузкой. [3]

Снижение числа излишних отключений, приводит к снижению потерь прибыли, а, следовательно, и к повышению эффективности методов управления режимами энергосистемы. [2]

Величина уставок выбирается из условия допустимой длительной работы турбины и электростанции в целом. Верхние уставки АЧР I, АЧР II принимают 49 Гц, нижний уровень уставок обусловлен предотвращением глубокого снижения частоты.

Увеличение числа очередей АЧР и устройств в каждой очереди позволяет уменьшить последствия отказов и предотвратить от неправильных действий различных устройств разгрузки, а также может ликвидировать любую сложную аварийную ситуацию.

При возникающем дефиците мощности устройства АЧР действуют следующим образом:

1. Срабатывают очереди АЧР I с низкими уставками по частоте;
2. Срабатывают очереди АЧР II с большими уставками по времени;
3. Совместное действие АЧР I и АЧР II.

Такая система адаптивного отключения нагрузки позволит быстро отключить наименее значимые фидера и не допустить чрезмерный или недостаточный сброс нагрузки. [5]

Основные признаки адаптивной АЧР:

1. Гибкость системы АЧР;
2. Оценка состояния работы системы в режиме реального времени;
3. Автоматическое отслеживание параметров;
4. Живучесть технологической схемы;
5. Быстродействие системы и моментальный обмен информацией.

Этапы действия устройств АЧР при адаптивном отключении нагрузки:

1. Наполнение математической модели;
2. Произведение расчетов;
3. Контроль изменения параметров, условий эксплуатации, потребляемой мощности;
4. Составление таблиц отключений;
5. Реализация отключений нагрузки;
6. Соблюдение порядка отключения потребителей. [4]

Для развития и реализации данного вида адаптивного отключения нагрузки необходимо:

1. Применение современного оборудования;
2. Усовершенствованные средства РЗА;
3. Разработка эффективных систем автоматизированного управления потоками мощности.

Основные преимущества использования адаптивной АЧР:

1. Эффективность работы энергосистемы;
2. Способность системы к самовосстановлению;
3. Гибкость и синхронность на изменения в системе;
4. Стабильность и самовосстановление;
5. Надежность электроснабжения;
6. Максимальная наблюдаемость и самодиагностика;
7. Сокращение времени перебоев в электроснабжении;
8. Сокращение убытков.

Диагностика состояния оборудования, ранжирование рисков отказа и оценка потоков активной мощности в режиме реального времени в энергосистеме возможна при помощи адаптивной АЧР на базе концепции Smart Grid.

В случае аварийного режима определяется общее состояние сети, прогнозируются отказы и формируются команды управления в энергосистеме. Уменьшение объемов отключаемой нагрузки способствует снижению потерь прибыли, следовательно, будет способствовать повышению эффективности методов управления режимами энергосистем. [2]

Применение адаптивной автоматической частотной разгрузки в энергосистеме весьма эффективно, так как современные принципы разгрузки обеспечивают успешную ликвидацию аварийных ситуаций с дефицитом мощности при различном характере возникновения нарушений, процессах их протекания, различном дефиците, а также исключают возможность излишнего отключения нагрузки независимо от характера нарушения.

Литература:

1. Рабинович, Р. С. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем /. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 352 с
2. Арестова, А. Ю., Савенкова К. С. Создание программируемой автоматической частотной разгрузки на базе технологии SMART GRID /ФГБОУ ВО НГТУ// Автоматика и программная инженерия. 2016. № 2 (16). с. 9–13.
3. Павлов, Г. М. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем. / — 2-е изд., — РАО «ЕЭС России» // Центр подготовки кадров энергетики (СЗФ АО «ГВЦ Энергетики»), 2002 г.
4. Кубарьков, Ю. П., Фомин П. В. Некоторые особенности построения математической модели для устройства адаптивного отключения нагрузки // Труды Кольского научного центра РАН. 2012. № 3 (12).
5. Бернер, М. С., Брухис Г. Л., Гуревич Ю. Е. Проблемы применения аварийной разгрузки больших распределительных сетей // Электро. 2008. № 5. С. 12–19.

Тепловой расчёт горизонтального трубопровода с учётом конденсации теплоносителя

Кишалов Александр Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент;
Зиннатуллин Альмир Альбертович, студент
Уфимский государственный авиационный технический университет

Произведён расчёт системы отвода тепла в грунт для системы децентрализованной выработки тепловой и электрической энергии. При моделировании применялась гомогенная модель течения. Решена задача минимизации длины, потребной для охлаждения и конденсации теплоносителя, посредством определения оптимальных диаметральных размеров поперечного сечения трубопровода. Для оптимальных значений определено распределение массового паросодержания (степени сухости пара) по длине трубопровода.

Ключевые слова: децентрализованная выработка тепловой и электрической энергии, теплоотдача, тепловой расчёт, конденсация, гомогенная модель течения.

Введение

Централизованное тепло- и энергообеспечение на данный момент является наиболее распространённым в Российской Федерации, однако оно имеет ряд существенных недостатков: большая длина линий передач и магистралей создаёт большие потери в окружающую среду; необходимость трансформации энергии; возможность крупной аварии, что может привести к обесточиванию большого числа потребителей. В этой связи, актуальность приобретает идея децентрализации — генерации тепловой и электрической энергии независимо от централизованных источников в непосредственной близости к местам её потребления. Децентрализованная выработка позволяет обеспечить теплом и электричеством широкий круг потребителей вне зависимости от их географического положения при более низкой стоимости. Более того, децентрализация позволяет обеспечить резервное снабжение энергией объектов социальной инфраструктуры (больницы, школы, детские сады и т. п.).

В работе [1] была предложена схема децентрализованной выработки энергии с применением органического цикла Ренкина. Рабочее тело (РТ), нагреваясь и превращаясь в пар в котле, попадает в турбину и совершает полезную работу. Затем оно попадает в конденсатор, конденсируется и с помощью насоса подается обратно в котёл. Турбина вращает электрогенератор за счет чего и вырабатывается электроэнергия. В данной статье рассматривается один из вариантов отвода тепла РТ к холодному источнику — окружающей среде — при помощи горизонтального трубопровода круглого сечения — конденсатора. В статье описан инженерный термодинамический расчёт данного конденсатора, оптимизация его поперечных геометрических размеров, при которых его длина минимальна.

Расчётная модель конденсатора (рис. 1) представляет собой горизонтально расположенную трубу, помещенную в грунт на глубину $h = 1600$ мм, с наружным диаметром D и толщиной δ . Материал конструкции — нержавеющая сталь 08X17T, с постоянной теплопроводностью $\lambda_{\text{труб}} = 25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [2].

Расчётная модель окружена грунтом с постоянной теплопроводностью

$\lambda_{\text{грунт}} = 1,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$, что соответствует глине средней влажности [3].

Температура поверхности грунта принята постоянной $T_{\text{пов}} = 280$ К, что соответствует среднегодовой температуре поверхности грунта в г. Уфа [4], температура на входе в трубопровод принята $T_{\text{вх}} = 554$ К, расход $m = 0,0328$ кг/с [5].

В качестве рабочего тела принят толуол, зависимости теплофизических свойств (ТФС) (плотность, коэффициент теплопроводности, коэффициент динамической вязкости, удельная изобарная теплоемкость, теплота парообразования) жидкой и парообразной фаз которого определены посредством аппроксимации данных из программы REFPROP [6] и источников [7, 8].

С целью упрощения моделирования в данном исследовании принят ряд допущений. Применяемые аппроксимирующие зависимости характеризуют изменение ТФС только от температуры, так как влияние давления имеет более низкий порядок. Также пренебрегаем потерями напора из-за трения. Моделируется изменение параметров РТ только вдоль оси трубопровода z . Влияние сил гравитации также не учитывается. Вследствие малости, составляющая кинетической энергии потока в уравнении энергии не учитывается.

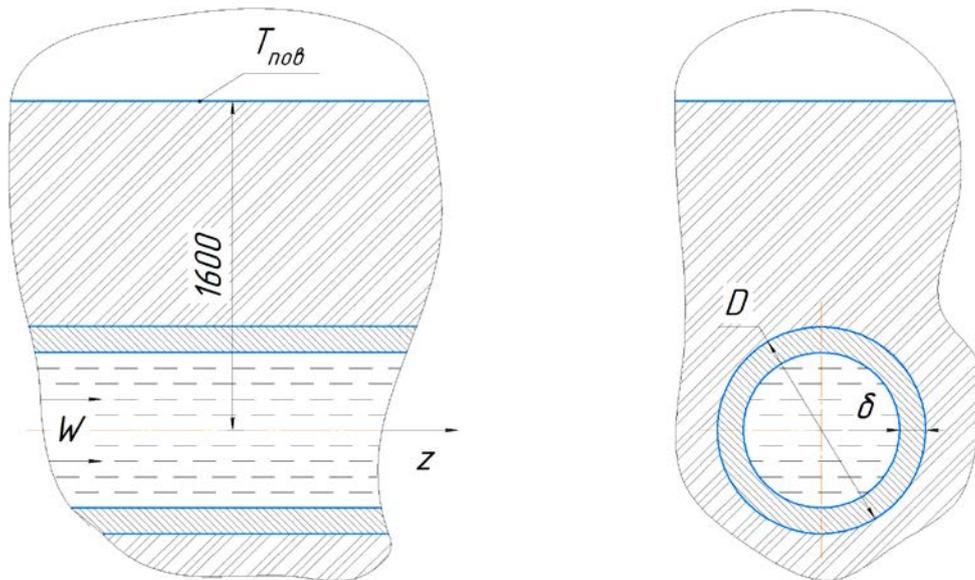


Рис. 1. Расчетная область

Расчёт проводится в 2 этапа.

Этап 1: расчёт охлаждения перегретого пара, поступающего из турбины, до расчётного сечения, где температура пара достигает точки насыщения

$T_g = 383,75 \text{ К}$, конденсации перегретого пара ещё не наблюдается, так как, предполагается, что температура стенки выше температуры насыщения.

Этап 2: расчёт течения парожидкостной смеси с конденсацией пара.

Во втором этапе исследование двухфазного течения проводится при помощи гомогенной модели, которая рассматривает РТ как «псевдожидкость» с изменяющимися свойствами за счёт роста массовой доли жидкости в ней. Вдобавок, не рассматривается поверхность раздела фаз. Допускается, что фазы движутся с одинаковыми скоростями. ТФС пара и жидкости берутся в точке насыщения, затем усредняются по массовому паросодержанию [9]:

$$\begin{aligned} \lambda_{см} &= \lambda'(1-x) + \lambda''x; \\ \mu_{см} &= \left(\frac{1-x}{\mu'} + \frac{x}{\mu''} \right)^{-1}; \\ c_{p,см} &= c_p'(1-x) + c_p''x; \\ \rho_{см} &= \left(\frac{1-x}{\rho'} + \frac{x}{\rho''} \right)^{-1}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $x = \frac{m''}{m''+m'} = \frac{m''}{m}$ — массовое паросодержание (показывает массовую долю пара в двухфазном потоке, степень сухости); m' , m'' — массовые расходы, λ' , λ'' , $\lambda_{см}$ — коэффициенты теплопроводности, μ' , μ'' , $\mu_{см}$ — коэффициенты динамической вязкости, c_p' , c_p'' , $c_{p,см}$ — удельные изобарные теплоемкости, ρ' , ρ'' , $\rho_{см}$ — плотности жидкой ($'$), парообразной ($''$) фаз и их смеси ($см$).

Таким образом, благодаря данным допущениям, описание изменения паросодержания по длине трубы возможно уравнениями гидродинамики однофазной среды.

Описание методики расчёта

Из уравнения теплового баланса с учётом закона Ньютона-Рихмана получим изменение энтальпии потока вдоль оси трубы за счёт теплоотвода:

$$c_p \frac{dT}{dz} = - \frac{k(T - T_{пов})}{m}, \quad (2)$$

где k — линейный суммарный коэффициент теплоотдачи.

В формуле (2) в зависимости от этапа расчёта, за определяющую принимается либо теплоемкость пара, либо теплоемкость смеси, рассчитываемая по формуле из (1). Знак минус говорит отводе энергии от теплоносителя.

В отсутствие скачкообразных градиентов давления, изменение массового паросодержания на втором этапе расчёта зависит только от изменения энтальпии:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{c_{p,см} dT}{r dz} = - \frac{k(T_s - T_{пов})}{mr}, \quad (3)$$

где r — удельная теплота парообразования.

Из условия того, что при установившемся режиме тепловой поток постоянен, была определена формула для суммарного линейного коэффициента теплоотдачи через цилиндрическую стенку и полубесконечный массив (грунт) [9]:

$$k = \frac{1}{\frac{\ln \left[\frac{2h}{D} + \sqrt{\left(\frac{2h}{D} \right)^2 - 1} \right]}{2\pi\lambda_{грунт}} + \frac{\ln \left(\frac{D}{d} \right)}{2\pi\lambda_{труб}} + \frac{1}{\pi d \bar{\alpha}}}, \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}$ — средний на выбранном дискретном малом участке Δz коэффициент теплоотдачи от потока пара или смеси, $d = D - 2\delta$ — внутренний диаметр трубы.

Средний коэффициент теплоотдачи от потока пара или смеси определяется в зависимости от числа Нуссельта:

$$\bar{\alpha} = \frac{\lambda \overline{Nu}}{d}, \quad (5)$$

где \overline{Nu} — среднее на участке длины трубопровода Δz число Нуссельта. В качестве определяющего принимается либо коэффициент теплопроводности пара, либо коэффициент теплопроводности смеси (см. формулу (1)) в зависимости от этапа расчёта.

В свою очередь, число Нуссельта потока зависит от режима течения [10]:

$$\overline{Nu} = \begin{cases} 1,4 \left\{ \text{Re} \frac{d}{\Delta z} \right\}^{0,4} \text{Pr}^{0,33}, & \text{Re} < 2300; \\ 0,021 \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{0,43} \varepsilon_{п}, & \text{Re} \in (2300; 10000); \\ 0,021 \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{0,43}, & \text{Re} > 10000; \end{cases} \quad (6)$$

где $\text{Re} = \frac{4m}{\pi d \mu}$ — число Рейнольдса, $\text{Pr} = \frac{\mu c_p}{\lambda}$ (определяющие ТФС принимаются в зависимости от этапа расчёта), $\varepsilon_{п}$ — поправка на переходный режим, зависящая от числа Рейнольдса [11].

Уравнения (1)–(6) с граничными условиями образуют замкнутую систему уравнений для теплового расчёта трубопровода с учетом конденсации теплоносителя.

Решение задачи произведено посредством явной разностной схемой. Аппроксимация уравнений (2) и (3) конечными разностями даёт:

$$T^{(n+1)} = T^{(n)} \left(1 - \frac{k^{(n)} \Delta z}{m c_{p,см}^{(n)}} \right) + T_{пов} \frac{k^{(n)} \Delta z}{m c_{p,см}^{(n)}}; \quad (7)$$

$$x^{(n+1)} = x^{(n)} - \frac{k^{(n)} \Delta z}{m r^{(n)}} (T_s - T_{пов}). \quad (8)$$

Решение (7) устойчиво при условии: $\left| 1 - \frac{k^{(n)} \Delta z}{m c_{p,см}^{(n)}} \right| \leq 1$ (n — номер расчётного сечения) [12]. Данный критерий использован для определения шага по координате Δz . Решение (8) устойчиво при любом шаге, однако для гладкости решения шаги примем одинаковыми.

На первом этапе расчёт завершается при достижении $T^{(n+1)} \leq T_s$, на втором — при $x^{(n+1)} \leq 0$.

Потребная длина трубопровода $l = l_{охл} + l_{конд}$ при данных диаметральных размерах определяется как произведение количества расчётных сечений и длины шага.

Анализ полученных результатов

На рис. 2 приведены результаты расчёта суммарных длин трубопровода l в зависимости от наружного диаметра D и толщины δ стенки трубопровода. Построение зависимостей произведено с помощи итерационного расчёта. Толщина варьировалась в пределах $\delta = 4 \dots 32$ мм, а наружный диаметр — $D = 57 \dots 325$ мм.

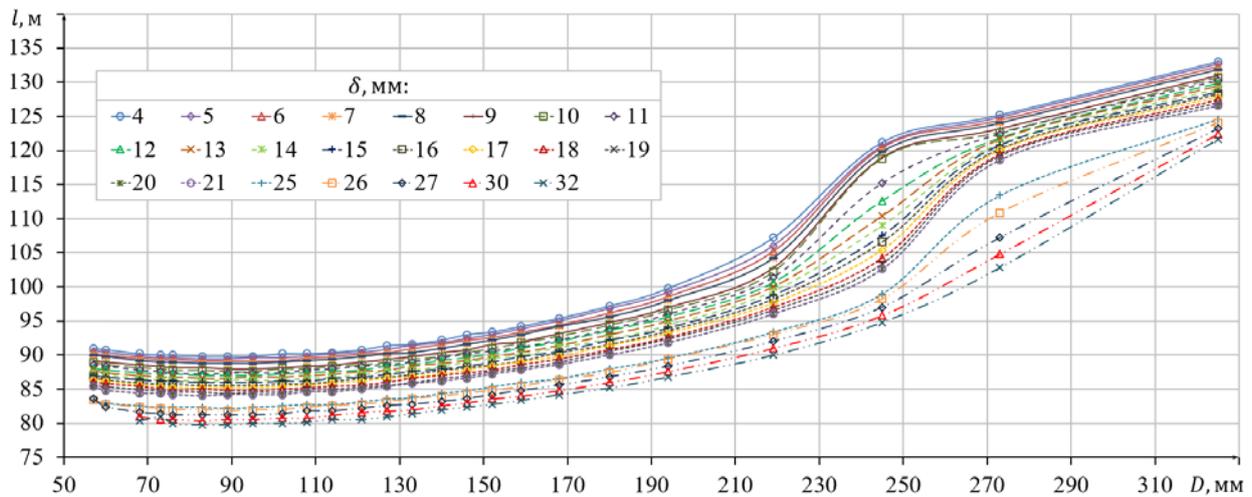


Рис. 2. Зависимость суммарных длин трубопровода от наружного диаметра и толщины

Из анализа графиков следует, что минимальные значения l наблюдаются при $\delta = 25 \dots 32$ мм и $D = 68 \dots 95$ мм. В свою очередь, конкретное оптимальное значение $l = 79,4$ м достигается при $\delta = 32$ мм и $D = 89$ мм.

Стоит отметить, что оптимумы лежат в областях с такими значениями δ и D , при которых наблюдается одновременно и достаточно большое число Рейнольдса на большей части трубопровода, и низкая сумма термических сопротивлений стенки трубы и грунта. Так, с увеличением толщины трубы на **1%** при фиксированном диаметре её потребная суммарная длина l уменьшается на **0,018 ... 0,244%**, а с увеличением наружного диаметра на **1%** при фиксированной толщине длина уменьшается на **0,005 ... 0,073%** (до оптимального $D = 89$ мм), затем увеличивается на **0,012 ... 0,988%**. Согласно полученным зависимостям $l = f(D, \delta)$ (рис. 2), в области значений до перегиба графиков ($D = 220 \dots 240$ мм) количество расчётных сечений со сверхкритическими Re имеет превалирующее значение (турбулентный режим наблюдается, в среднем, на **83,7%** участка конденсации $l_{\text{конд}}$). В области перегибов графиков, где графики начинают стремительный рост с увеличением D , и после неё наблюдается увеличение количества сечений с переходными и докритическими Re , что несомненно ведет к снижению теплосъема с РТ и увеличению необходимой длины l .

На рис. 3 представлено распределение массового паросодержания по длине трубы при $\delta = 32$ мм и $D = 89$ мм (оптимальные значения). Очевидно, что функция близка к линейной, так как суммарный линейный коэффициент теплоотдачи при конденсации варьируется в пределах $k = (2,022 \dots 2,144) \frac{Вт}{м \cdot К}$, а другие параметры, входящие в зависимость (3), берутся в точке насыщения или постоянны.

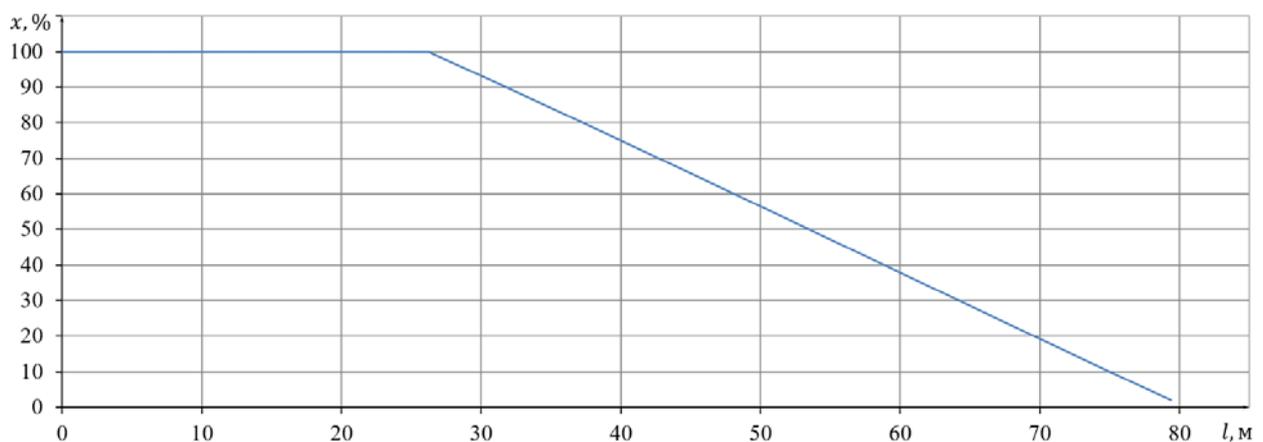


Рис. 3. Изменение степени сухости пара для оптимальной длины конденсатора $l = 79,4$ м

Выводы

В ходе данного исследования рассмотрен один из вариантов отдачи тепла РТ холодному источнику (грунту) в горизонтальном трубопроводе системы децентрализованной выработки тепловой и электрической энергии. Проведено моделирование охлаждения и конденсации теплоносителя при помощи гомогенной модели течения. С целью оптимизации потребной длины трубы, моделирование произведено при различных поперечных геометрических размерах трубопровода. По результатам итерационного расчёта установлен характер зависимости длины l от наружного диаметра D и толщины δ . Определено, что длина, требуемая для охлаждения и конденсации пара, достигает минимума ($l = 79,4$ м) при $\delta = 32$ мм и $D = 89$ мм. На этапе конденсации зависимость изменения массового паросодержания близка к линейной.

Для упрощения расчёта в данном исследовании принято предположение об однородности потока РТ, как в динамическом, так и в тепловом отношении. Это позволило заметно упростить расчёт. Однако, в силу своих особенностей, гомогенная модель даёт сравнительно приближённое представление о поведении потока конденсирующегося пара, что в итоге, может привести к завышению необходимой для конденсации РТ длины трубопровода.

Литература:

1. Кишалов, А. Е., Зародов, Е. А. Термодинамический расчёт органического цикла Ренкина для энергоустановок малой мощности с использованием биотоплива // Молодежный Вестник УГАТУ — 2017 — № 2 (17) — с. 183–188.
2. Характеристика материала 08X17T // Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс] URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=319 (дата обращения: 01.10.2018)
3. Thermalinfo.ru // Теплопроводность горных пород и минералов, их плотность и теплоемкость [Электронный ресурс]. — URL: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/mineraly/teploprovodnost-gornyh-porod-i-mineralov-ih-plotnost-i-teploemkost> (дата обращения: 01.10.2018)
4. Волков, М. М. Справочник работника газовой промышленности [Текст] / М. М. Волков, А. Л. Михеев, Конев К. А. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1989. — 286 с.
5. Кишалов, А. Е., Зародов, Е. А. Способ конденсации рабочего тела в ОЦР за счёт температуры грунта // Мавлютовские чтения: Материалы XI Всероссийской молодежной научной конференции: в 7 т. / Том 1 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. — Уфа: РИК УГАТУ, 2017. — с. 371–375.
6. NIST REFPROP [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.nist.gov/srd/refprop> (дата обращения: 01.10.2018).
7. Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей [Текст] / Н. Б. Варгафтик. — М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. — 708 с.
8. Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплопроводности жидкостей и газов [Текст] / Н. Б. Варгафтик и др. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 352 с.
9. Уоллис, Г. Одномерные двухфазные течения [Текст] / Г. Уоллис. — М.: Мир,
10. 1972. — 440 с.
11. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмена [Текст] / С. С. Кутателадзе — Изд. 5-е перераб. и доп. — М. Атомиздат, 1979. — 416 с.
12. Лашутина, Н. Г. Техническая термодинамика с основами теплопередачи и гидравлики [Текст]: учебное пособие / Н. Г. Лашутина, О. В. Макашова, Р. М. Медведев. — Л.: Машиностроение, 1988. — 336 с.
13. Бахвалов, Н. С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения) [Текст] / Н. С. Бахвалов. — М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975. — 631 с.

О возможности использования солнечных коллекторов для получения тепловой энергии в климатических условиях Таджикистана

Юмаев Наиль Рашидович, научный сотрудник

Центр инновационного развития науки и новых технологий Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе, Таджикистан)

Статья посвящена возможности использования солнечной энергии как источника получения тепла в климатических условиях Таджикистана. Приводятся сведения о валовом, техническом и экономическом потенциале тепловой энергии солнца в Республике Таджикистан, разновидностях солнечных коллекторов, преимуществах и недостатках солнечных коллекторов, факторах, которые стоит учитывать при выборе солнечного коллектора

Ключевые слова: солнечная энергия, климат Душанбе, потенциал тепловой энергии солнца, альтернативный источник, солнечный коллектор.

Энергия солнца является одним из важных доступных возобновляемых источников на Земле. Использование солнечной энергии не влияет на состояние окружающей среды, поскольку для её получения не требуется бурить скважины, шахты, использовать и сжигать традиционное топливо. К тому же, этот вид энергии возобновляемый и не стоит ничего, требуются затраты только на покупку и монтаж оборудования.

В последнее десятилетие солнечная энергия, как альтернативный источник энергии используется все чаще для отопления и обеспечения зданий горячей водой. Основная причина — стремление заменить традиционное топливо доступными, экологически чистыми и возобновляемыми энергоресурсами. Преобразование солнечной энергии в тепловую происходит в гелиосистемах — конструкция и

принцип действия модуля определяет специфику его применения.

Географическая широта и климат — главные факторы, определяющие возможности использования солнечной энергии.

Таджикистан расположен между 36°40' и 41°05' северной широты, в зоне так называемого «золотого пояса» солнечного сияния. Континентальный климат характеризуется значительными суточными и сезонными колебаниями воздуха, малым количеством осадков, сухостью воздуха, малой облачностью и продолжительностью солнечного сияния 2100–3166 часов за год, а количество солнечных дней в году колеблется от 260 до 300. [1]

В таб. 1. представлен климат Душанбе.

Таблица 1

Климат Душанбе

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Абсолютный максимум, °С	21,6	23,1	29,6	33,8	38,8	42,8	49,0	42,8	38,9	36,8	29,7	24,3	49,0
Средний максимум, °С	9,4	10,6	15,6	20,6	26,1	32,8	35,6	34,4	30,0	23,3	15,6	10,6	22,1
Средняя температура, °С	1,7	4,0	8,8	15,1	19,7	24,8	27,4	25,4	20,3	14,2	8,6	4,0	14,5
Средний минимум, °С	-0,6	1,7	5,6	9,4	13,3	17,8	19,4	17,2	12,8	7,8	3,3	0,6	9,0
Абсолютный минимум, °С	-26,6	-17,3	-13,4	-7,8	1,2	8,4	10,9	8,1	3,0	-4,4	-13,5	-19,5	-26,6
Норма осадков, мм	66	75	108	105	66	6	3	1	3	31	45	60	568

Источник: По данным гидрометеостанции г. Душанбе

В большинстве районов республики интенсивность солнечной радиации достигает 1000 Вт/м², а годовые суммы радиации достигают 2000 кВт/м². Эффективное использование только солнечной энергии даст возможность получать горячую воду с температурой свыше +70°С, как минимум, 7 месяцев в году — с апреля по октябрь с веро-

ятностью 65%, в марте и ноябре температура воды, полученной от солнечных коллекторов, составит порядка +50°С.

В коллекторе даже в декабре — феврале температура воды в солнечные дни может составить примерно +40°С, в пасмурные, не морозные дни температура горячей воды,

полученной благодаря одноконтурной гелиосистеме, составляет $+25...+30^{\circ}\text{C}$, что позволяет экономить до 60% электроэнергии при подогреве воды до необходимой температуры.

Потенциал солнечного тепла в Таджикистане оценен следующими величинами:

- Валовой потенциал — 13733.5 млн. Гкал/год;
- Технический потенциал — 11.3 млн. Гкал/год;
- Экономически целесообразный потенциал — 4.1 млн. Гкал/год. [2]

В настоящее время в мире работает более 2 млн. гелиоустановок горячего водоснабжения. Площадь сол-

нечных (тепловых) коллекторов в США составляет 10, а в Японии — 8 млн. м^2 . В США и в Японии работают более 5 млн. тепловых насосов. В большинстве стран приняты законы, создающие льготные условия, как для производителей, так и для потребителей альтернативной энергии, что является определяющим фактором успешного внедрения. [3]

В Таджикистане с целью продемонстрировать возможности применения солнечных коллекторов, несколько коллекторных систем были установлены на рынках, в мечетях и других общественных местах городов Душанбе и Курган-Тюбе (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Примеры солнечных коллекторов, установленных в Таджикистане: а) Солнечная водонагревательная установка производства фирмы «Ezinc» (Турция). Установлена в школе интернате № 2 г. Душанбе. б) Солнечная водонагревательная установка производства фирмы «Ezinc» (Турция). Установлена в Центральной клинической больнице г. Курган-Тюбе (Юг Таджикистана)

Солнечный коллектор — это конструкция или устройство для поглощения радиации от Солнца и преобразования ее в тепловую энергию, используемую далее для нагрева воды.

Солнечные коллекторы бывают разных видов. Особенно популярными в настоящее время и наиболее доступными являются плоские и вакуумные солнечные коллекторы.

Плоский солнечный коллектор состоит из абсорбера (элемента, который эффективно поглощает солнечное излучение), прозрачного покрытия и теплоизолирующего слоя. В принципе работы плоских солнечных коллекторов заложен парниковый эффект. Он заключается в том, что солнечное излучение, падающее на поверхность гелиоколлектора, практически полностью пропускается стеклом. Таким образом, происходит накопление тепловой энергии внутри солнечного коллектора. Передача теплоты к теплоносителю осуществляется с помощью конструктивных элементов, как правило, выполненных из алюминия или меди. Отвод теплоты осуществляется теплоносителем — водой или незамерзающей жидкостью.

Вакуумный солнечный коллектор напоминает термос — узкие трубки с теплоносителем размещены в колбах боль-

шого диаметра. Между сосудами образуется вакуумная прослойка, отвечающая за теплоизоляцию (сохранность тепла — до 95%). Трубчатая форма наиболее оптимальна для удержания вакуума и «оккупации» солнечных лучей.

Области применения солнечных коллекторов:

- Горячее водоснабжение и отопление частных домов и дач.
- Горячее водоснабжение многоэтажных домов.
- Солнечные коллекторы для системы горячего водоснабжения в гостиницах, ресторанах, кафе и барах.
- Солнечные системы подогрева бассейнов.
- Горячее водоснабжение и отопление промышленных объектов.
- Горячее водоснабжение и отопление для учреждений здравоохранения: больницы, поликлиники, санатории, профилактории, центры здоровья.

Монтаж солнечных коллекторных установок позволяет покрыть до 60% потребностей индивидуальных потребителей в тепле, что позволит сэкономить на электроэнергии или на топливе. В целом, солнечные установки могут обеспечить следующие показатели, приведенные на 1 м^2 солнечного коллектора:



Рис. 2. Виды солнечных коллекторов: а) Плоский солнечный коллектор [4]. б) Вакуумный солнечный коллектор [5]

— Выработка тепловой энергии: средняя 600–800 кВт*ч/м² в год; максимальная до 1050 кВт*ч/м² в год.

— Экономия органического топлива: около 100 кг у. т./м² или около 260 кг/м² угля; установка с площадью солнечных коллекторов 30 м² в целом экономит около 3-х тонн у. т. или около 7,8 тонн угля.

— Снижение выбросов: 0,6–0,7 кг СО₂ на 1 кВт*ч выработанной тепловой энергии; 1 м² солнечного коллектора предотвращает выброс 350–730 кг углекислого газа в год. [6]

В холодную погоду внешние части системы солнечных коллекторов соприкасаются с дождем или снегом, и теряют на этом некую часть тепла. Работая зимой, плоские коллекторы очень сильно лишаются своей эффективности, а вакуумные коллекторы работают практически так же эффективно, как и летом, благодаря отличной теплоизоляции.

Следовательно, для отопления можно использовать оба типа солнечных коллекторов, но для здания определенной площади эффективнее эксплуатировать вакуумные коллекторы, ведь если использовать плоские коллекторы, то понадобится в несколько раз больше самих коллекторов для поддержания той же мощности. Этот факт понижает экономическую целесообразность использования плоских солнечных коллекторов в системе отопления, в холодное время года.

Также стоит отметить, что эффективно использовать вакуумные коллекторы для обеспечения горячим водоснабжением как в облачную, так и в пасмурную погоду, за счет минимального теплообмена с окружающей средой, они дают достаточно тепла для нагрева воды, в то время, как плоские коллекторы могут гораздо хуже справляться с данной задачей, переключая ее на резервную систему подогрева воды.

В таб. 2 представлены преимущества и недостатки плоских и вакуумных солнечных коллекторов.

В таб. 3 представлены характеристики плоских и вакуумных солнечных коллекторов.

При выборе солнечного коллектора любой конструкции необходимо учитывать мощность, коэффициент полезного действия; производительность, область применения и климатические данные.

Расчет вырабатываемой энергии солнечным коллектором

Энергия, вырабатываемая солнечным коллектором за год, определяется географической точкой установки коллектора и статистическими данными по годовой солнечной инсоляции в этом регионе. Так, для Душанбе показатель солнечной инсоляции за год составляет 1541,6 кВт*час/м². Используя полученное значение эффективной площади поглощения коллектора можно рассчитать вырабатываемую им за год энергию. Так коллектор модели SCH-30 может выработать в Душанбе 2,77 м² * 1541,6 кВт*ч/м² = 3251,15 кВт*ч, но с учетом КПД=80% только примерно 2600,0 кВт*ч.

По такому же методу легко произвести расчет производимой вакуумным солнечным коллектором энергии с любым другим количеством трубок. Например, вакуумный коллектор модели SCH-20 (20 вакуумных трубок) вырабатывает за год 1173,7 кВт*ч/м² * 1,86 м² * 0,8 = 1746,0 кВт*ч.

Выводы

Системы, состоящие из солнечных коллекторов весьма эффективны, и их следует внедрять повсеместно, несмотря на высокую стоимость капиталовложений. В процессе эксплуатации система себя окупит, и позволит экономить деньги и традиционные источники энергии. Установка таких систем позволит снизить пагубное влияние на экологию. Солнечные коллекторы экологически чистые и абсолютно безопасны для окружающей среды. Солнечные коллекторы — эффективный, экологически безопасный, альтернативный источник энергии, за ними зелёное будущее всей нашей планеты!

Развитие солнечной тепловой энергетики может обеспечить население Республики Таджикистан горячей водой и отоплением.

Таблица 2

Преимущества и недостатки вакуумных и плоских коллекторов*

Вакуумный коллектор	Плоские коллектор
Преимущества	Преимущества
Отличное соотношение цена / производительность для умеренных широт и холодного климата	Отличное соотношение цена / производительность для южных широт и тёплого климата
Низкие теплопотери	Способность очищаться от снега и инея
Работоспособность в холодное время года до -35 C	Высокая производительность летом
Способность обеззараживать воду.	Меньшая начальная стоимость
Длительный период работы в течение суток	Возможность установки под любым углом
Удобство монтажа и транспортировки	
Высокая надёжность. Низкая парусность.	
Недостатки	Недостатки
Неспособность к самоочистке от снега	Высокие теплопотери
Относительно высокая начальная стоимость коллектора	Низкая работоспособность в холодное время года
Рабочий угол наклона не менее 20°	Сложность транспортировки
	Сложность монтажа
	Высокая парусность
	Сложность ремонта

*Источник: http://solar-kollektor.ru/solnechnye_kollektor/sravnenie.htm

Таблица 3

Характеристики различных типов солнечных коллекторов**

Тип коллектора	КПД, %	Коэффициент превращения	Фактор термических потерь	Температурная зона
Плоский коллектор	30–50	0,66–0,83	2,9–5,3	20–80
Вакуумный трубчатый коллектор	40–60	0,62–0,84	0,7–2,0	50–120

**Источник: <http://www.ppu21.ru/article/631.html>

Литература:

1. Ахмедов, Х. М., Каримов Х. С.. Возобновляемые источники энергии в Таджикистане и возможности их использования. Душанбе, Дониш, 2005, 35 с.
2. Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов общая оценка ситуации в энергетике в мире и таджикистане. Известия АН РТ отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2009 г. № 2 (135), с. 107–108.
3. Эргашев, С.М., Тухтамуродов И.Б., Эшмирзоев А.Б., Юлдашев З.Ш. Обзор и оценка потенциала возобновляемых источников энергии Республики Таджикистан. VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» — 2016.
4. [Электронный ресурс]. <http://atmosfera.ks.ua/solar-flat-collector-SPK-F4M>
5. [Электронный ресурс]. <https://e-solarpower.ru/solar-kollektors/solnechnye-kollektory/solnechnyy-kollektor-sunrain-etz58-1800-10-r1/>
6. Слесаренко, И.В. Возможности устойчивого социально-экономического развития территории на основе солнечной энергетики. Оценка технико-экономических показателей солнечных водонагревательных установок. Фундаментальные исследования. — 2015. — № 12 (часть 4) — с. 829.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Технология переработки коллективных свинцово-цинковых концентратов

Убайдуллаев Алибек Улугбекович, студент;

Акрамов Урал Акрамович, студент;

Научный руководитель: Бердияров Бахриддин Тиловабулович, старший преподаватель
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Основным источником получения цинка в настоящее время являются сульфидные полиметаллические медно-свинцово-цинковые и свинцово-цинковые руды.

В мировой практике широкое распространение получило флотационное обогащение коллективных свинцово-цинковых руд. При этом в начале получают коллективный концентрат, который затем разделяется по селективности на цинковый и свинцовый концентраты [1].

По применяемой в настоящее время технологии сульфидный цинковый концентрат после селективности перерабатывается по классической схеме: обжиг в печах «КС» — выщелачивание — очистка электролита — электролиз. Кеки после выщелачивания перерабатываются вельцеванием. В отходах процесса — клинкере содержится большое количество цветных, редких благородных металлов, а также металлического железа и углерода. До настоящего времени оптимальной технологии переработки клинкера не разработано. По применяемой в Алмалыкском горно-металлургическом комбинате технологии, из клинкера извлекается медь и благородные металлы. А такие металлы как цинк, свинец и некоторые другие безвозвратно теряются.

Обжиг в печах «КС» наряду с преимуществами имеет и некоторые недостатки. Основным из них является то, что в процессе обжига при температурах 1050–1150 °С образуются ферриты и силикаты цинка, которые слабо растворяются при выщелачивании и в больших количествах переходят в кеки. В результате этого концентрация цинка в кеках достигает 22–26 %, что существенно ухудшает технико-экономические и технологические показатели процесса. Кеки требуют специальной операции — вельцевания. Но даже в этом случае значительные потери цинка с отходами неизбежны.

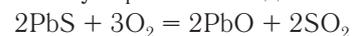
Каждый сульфид металла имеет свою температуру воспламенения. Некоторые значения температур воспламенения частиц размером 0,10–0,15 мм, °С: CuFeS₂—364; FeS₂—422; FeS — 460; ZnS — 637; PbS — 720.

Наши разработки по переработке коллективных свинцово-цинковых концентратов направлены на то, чтобы в максимальной степени получить сульфаты цинка и свинца с тем, чтобы перевести цинк в раствор, а свинец в кеки. Термодинамические расчёты показывают, что образо-

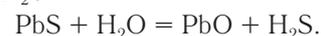
вание сульфатов наиболее интенсивно протекают в интервале температур 800–950 °С [2].

Особенно следует отметить роль водяного пара. Ранее отмечалось, что введение водяного пара несколько снижает температуру протекания окислительных процессов. Однако, объяснение этому факту мы в литературе. Нами проведены исследования по обжигу коллективных свинцово-цинковых концентратов без их предварительного разделения в токе паровоздушной смеси. Результаты исследований приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при нагревании до температур 400–500 °С PbS окисляется с образованием сульфата, основных сульфатов и оксида свинца:



Наличие водяного пара приводит к образованию PbO и H₂S



Реакция взаимодействия между сульфидом свинца и водяным паром интенсивно протекает в течении первых 10–15 минут и достигает значения 90 % и выше. Дальнейшее повышение температуры с целью интенсификации процесса нецелесообразно, так как это может привести к разложению образовавшегося сульфата.

В условиях обжига оксид и сульфат свинца практически полностью переходит в кек, который может быть переработан по традиционной схеме: агломерация — шахтная плавка — рафинирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании проведённых исследований можно сделать вывод о том, что коллективные свинцово-цинковые концентраты могут быть переработаны совместно, без их предварительного разделения. При этом существенно улучшаются технико-экономические и технологические показатели цинкового производства. Сквозное извлечение цинка в электролит при выщелачивании повышается за счёт снижения феррито- и силикатообразования, фактически отпадает необходимость в вельцевании цинковых кеков. В совокупности это может дать существенный технико-экономический эффект, исчисляемый сотнями миллионов сумм в год.

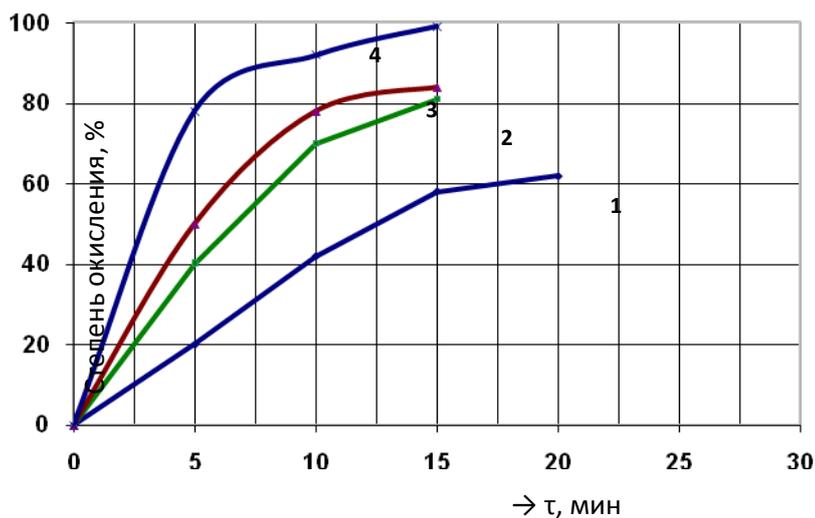


Рис. 1. Скорость окисления сульфида свинца паровоздушной смесью 4000С; 2–5000С; 3–7000С; 4–8000С

Литература:

1. Лакерник, М. М., Похомова Г. Н. *Металлургия цинка и кадмия*. — М.: *Металлургия*, 2009. — 486 с.
2. Абдеев, М. А. *Современные способы переработки свинцово-цинковых руд и концентратов*. — М.: *Металлургия*, 2004. — 286 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО

Восстановление купола цирка

Авдюкова Кристина Игоревна, студент

Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Вернуть в работоспособное состояние, восстановить цирк, используя современные технологии и материалы, избавиться от стереотипов, и сохранить при этом вековые традиции — такие цели стояли у строителей и руководства Нижнетагильского государственного цирка. Для проведения программ мирового уровня, инженеры и строители должны были работать ударными темпами. Чтобы добиться качественного результата в усилении монолитного железобетонного купола была необходима система внешнего армирования Sika по швейцарской технологии. На мой взгляд, использование углеводного волокна SikaWrap было наиболее целесообразно.

Ключевые слова: железобетонный купол, усиление, реконструкция, система внешнего армирования Sika, углеводное волокно, эпоксидный клей, Нижнетагильский государственный цирк.

Начиная с 1975 года эксплуатируется здание Филиала Федерального казенного предприятия «Российской Государственной цирковой компании» «Нижнетагильский государственный цирк», и, до недавнего времени, оно продолжало выполнять свою функцию. Конечно, за

такой продолжительный период времени здание утратило свой внешний облик, инженерные сети и коммуникации пришли в негодность, а что касается сердца цирка — купол, возвышающийся над ареной и зрительным залом, нуждался в усилении.

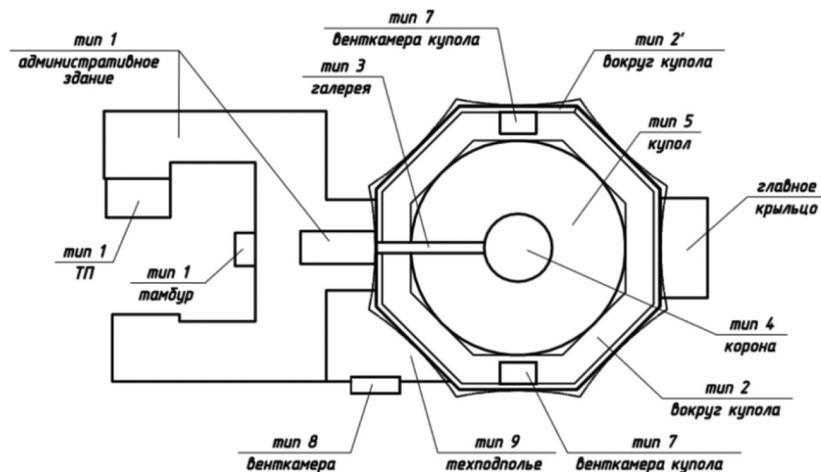


Рис. 1. Компоновочная схема

Первым шагом для восстановления железобетонного купола стало обследование здания в апреле 2013 года. Задача специалистов заключалась в определении технического состояния отделочных и ограждающих покрытий здания в целях их пригодности при дальнейшей эксплуатации по назначению. В результате обследования кровли купола над манежем обнаружены дефекты, через которые протекают атмосферные осадки на конструкции внутри здания:

— замки соединений в виде вертикальных гребней металлических кровельных листов в виде вертикальных гребней разгерметизировались, разжались, обнаружены просветы между листами, поверхность листов содержит микротрещины, по фасаду центрального купола отслоилось штукатурное покрытие;

— вдоль парапета по всей ендове обнаружено разрушение целостности мягкого кровельного покрытия:



Рис. 2. Кровля купола



Рис. 3. Внутренний организованный водосток

вздутия, трещины, отслоения слоев от вертикальной стены парапета;

— внутренний организованный водосток не обеспечивает отвод воды, т. к. не соблюден уклон кровельной поверхности вокруг воронок.

Заключение обследования выявило, что здание цирка эксплуатируется с 1975 г., и за прошедшие 38 лет последующей эксплуатации получило существенный физический износ и повреждения различного характера. Учитывая ограниченно-работоспособное и аварийное техническое состояние отделочных покрытий несущих и ограждающих конструкций, необходимо провести ремонтно-восстановительные мероприятия по разработанному проекту специализированной проектной организацией на восстановительные работы на основании заключения о техническом состоянии отделочного покрытия несущих и ограждающих конструкций.

Хочу заметить, что уже в мае 2013 года Росгосцирк принял решение включить Нижнетагильский цирк в программу капремонта. Согласно проекту, сумма составила 317 млн. рублей. Генподрядчиком выступила екатеринбургская компания «Урал Инжиниринг». Однако после визита подрядчика на объект в проект было внесено множество изменений, в связи с чем сумма контракта на ремонт увеличилась более чем на 10%.

Железобетонные плиты купола были исследованы на наличие трещин, подлежащих инъектированию, было выполнено усиление наружной части железобетонного купола системой внешнего армирования Sika (Швейцария) из углеродного волокна, а также усиление рёбер и полок плит купола. Следует обратить внимание, что с помощью холстов Sika Wrap целесообразно усиливать прежде всего плиты перекрытий и покрытий, работающие на изгиб, срез, а также в условиях плоского напряженного состояния. Незаменимы данные холсты в случае поверхностей криволинейных очертаний или большой площади.

Я выделила основные достоинства такой ткани, например, она универсальна в применении, в том числе в угловых соединениях, а также на закругленных поверхностях. Немаловажны легкость и тонкий слой, ведь это позволяет системе усиления не создавать дополнительной нагрузки на конструкцию. По мимо этого, исключительная стойкость к коррозии. Минимальные трудовые и временные затраты на проведение работ, возможность выполнения ремонтных работ без прекращения эксплуатации усиливаемого здания или сооружения, и отсутствие дополнительных затрат при последующей эксплуатации.

Sikadur-300 — это двухкомпонентная, не содержащая растворителей, эпоксидная смола для пропитки углеродных холстов SikaWrap «мокрым» способом.

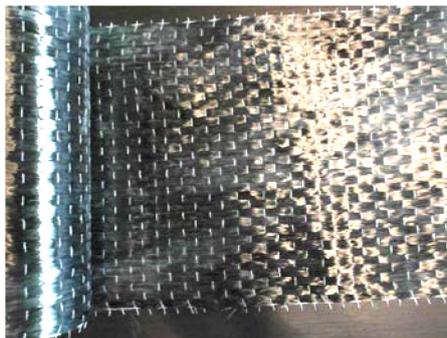


Рис. 4. Углеродное волокно SikaWrap-530 C/105

Таблица 1

Характеристики ткани из однонаправленного углеродного волокна

Материал	Ширина холста, мм	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Прочность на растяжение, ГПа	Модуль упругости, ГПа
SikaWrap-530 C/105	300	530	0,293	4	240

Таблица 2

Характеристика эпоксидного клея

Материал	Время жизнеспособности при температуре (20±2) °С, мин, не менее	Плотность смеси компонентов А+Б при температуре (20±2) °С, г/см ³ , не более	Прочность сцепления (адгезия), МПа	Примечание
Sikadur®-330	50	1,2	>4*	*-При пескоструйной обработке

Этот материал отличается следующими преимуществами: легко смешивается, легко наносится кельмой и валиком, разработан для нанесения как вручную, так и механизированным способом, хорошая адгезия ко многим основаниям, высокие механические свойства, длительное время жизни, не содержит растворителей.

Перейдём к важному вопросу о технологии производства работ по монтажу системы усиления. В начале проводились подготовительные работы, которые включают в себя: обустройство строительной площадки, организация складирования материалов, устройство ограждения опасной зоны, устройство подмостей и строительных лесов.

Затем непосредственно перешли к подготовке основания под наклейку полотна. На поверхность основания мелом наносятся линии разметки в соответствии с принятой проектом схемой наклейки элементов усиления. Поверхность бетона должна быть очищена от краски, масла, жирных пятен, цементной плёнки. Очистка поверхности осуществляется механическим способом алмазным инструментом, с последующим обеспыливанием поверхности. Также при необходимости допускается пескоструйная обработка поверхности. Раскрой ткани производится в соответствии с принятой проектом схемой

наклейки и осуществляется на гладком столе (верстаке), покрытом полиэтиленовой плёнкой. Стол должен быть снабжён приспособлением для разматывания ткани с бобины. Для резки ткани следует использовать ножницы или острый нож. Заготовки лент каждого размера нарезаются в требуемом количестве; ленты сматывают в рулон, снабжаются этикеткой с указанием номера, размера и количества заготовок и помещаются в мешок.

В последствии идёт приготовление адгезива. При приготовлении адгезива компоненты смешиваются в соотношении, рекомендуемом инструкцией поставщика. Количество приготавливаемого адгезива в одной порции не должно превышать технологические возможности его использования в течение времени жизнеспособности. Приготовление адгезива производится в чистой металлической, фарфоровой, стеклянной, или полиэтиленовой ёмкости объёмом не менее 3-х литров. Перемешать части А и В с помощью низкооборотного электросмесителя с насадкой для смешивания в течение не менее 3 минут до получения смеси одинаковой консистенции однородного серого цвета. В ёмкость для приготовления адгезива выливается дозированное количество компонентов. Компоненты тщательно перемешивают вручную деревянной или алюми-

ниевой лопаткой, либо с помощью низкооборотной дрели с насадкой при оборотах до 500 в минуту (с целью ограничения аэрации смеси). Емкость с приготовленным адгезивом закрывают крышкой, снабжают этикеткой и передают к месту производства работ.

Завершающий шаг — наклейка ткани. Первый слой адгезива наносят на основание из расчёта $1,1 \text{ кг/м}^2$ с помощью шпателя, кисти, валика с коротким ворсом. Перед нанесением на бетонное основание слоя адгезива поверхность должна быть продута сжатым воздухом или обеспылена промышленным пылесосом со щёткой. Ткань должна всегда укладываться на слой адгезива. Делается это тыльной стороной руки путём постепенного размещения ткани с одного края основания до другого. В процессе укладки необходимо следить, чтобы кромка полотнища была параллельно линии разметки на основании, либо кромке предыдущего полотнища. Лента может быть предварительно нарезана на отрезки проектной длины (заготовками), либо постепенно разматываться с бобины и резаться по месту в процессе наклейки. Ткань (лента) должна укладываться без складок и без лишнего натяжения. После укладки осуществляется прикатка ткани (ленты), в процессе которой происходит её пропитка. Пропитка осуществляется с помощью жёсткого резинового валика или шпателя от центра к краям строго в продольном направлении (вдоль волокон). После пропи-

тывания ткань должна быть слегка липкой на ощупь, но без явно видимого присутствия адгезива. Перед укладкой второго слоя ткани (при многослойной конструкции усиления) на прикатанную ленту наносится слой адгезива из расчёта $0,5\text{--}0,6 \text{ кг/м}^2$. Укладка и прикатка второго и последующих слоёв производится аналогичным образом. После укладки последнего слоя на поверхность ленты наносится финишный слой адгезива из расчёта $0,5 \text{ кг/м}^2$. При многослойной конструкции усиливающего элемента наклейку всех слоёв ткани предпочтительно выполнить в течение одной рабочей смены с последующим отверждение всего сечения. При наклейке на горизонтальные поверхности снизу (потолок) лента прижимается (фиксируется) с одного конца и затем постепенно разглаживается, и фиксируется по всей длине. В зависимости от вязкости адгезива (определяемой в значительной мере температурой окружающей среды), наклейка ленты производится непосредственно вслед за нанесением адгезива, либо после некоторой выдержки, за время которой вязкость адгезива возрастает и обеспечивается фиксация ленты на потолочной поверхности. Время выдежки определяется экспериментально. Продолжительность выдежки перед наклейкой каждого последующего слоя определяется аналогичным образом. Прикатка (прижатие) ленты осуществляется от центра к краям с целью предотвращения образования складок.



Рис. 5. Купол над ареной цирка

Действительно, судьба цирка в крупном промышленном городе достаточно определена и непроста одновременно. Там, где жизнь большинства людей сосредоточена на тяжелом производстве, цирковой шатер становится одним из немногих мест, куда можно отправиться с семьей и отдохнуть после изнуряющей трудовой смены. Поддерживаю сказанное воздушной гимнастки цирка Никулина Натальей Тимченко: «Мы объездили цирки всего мира, и могу с уверенностью сказать, что в России на сегодняшний день три лучших цирка: цирк Никулина, братьев Запашных и Руслана Марчевского в Нижнем Тагиле. Здесь очень приятно работать, цирк

просто супер. Для Нижнего Тагила это очень круто. Марчевский предан своему делу, за такой бюджет он сделал невероятное. Хочется, чтобы другие руководители брали с него пример». Нижнетагильский цирк стал новым и современным, где практически всё создано по индивидуальным проектам, от освещения до кресел в зрительном зале. Благодаря усилению железобетонного купола, сейчас он способен выдержать аппаратуру массой до 30 тонн. Можно со смелостью утверждать, что Нижнетагильский цирк по уровню оснащения станет в один ряд с ведущими манежами России, а по ряду критериев будет даже превосходить их.



Рис. 6. Нижнетагильский цирк после реконструкции

Литература:

1. ГОСТ Р 53778–2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
2. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений (СП 13–102–2003) М. Госстрой России. 2004 г.
3. СНиП 3.03.01–87 Несущие и ограждающие конструкции.
4. СНиП 3.04.01–87 Изоляционные и отделочные покрытия.
5. Проект НИИ Спецхиммаш «Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений» РТМ 1652–9–89.
6. ЦНИИ Промзданий Госстроя СССР. «Рекомендации по оценке надёжности строительных конструкций по внешним признакам» Стройиздат, Москва, 1987 г.
7. ВСН 53–86 (р) Правила оценки физического износа жилых зданий
8. Сравнение систем внешнего армирования FibARM с MAPEI, BASF, SIKА, TYFO // Усиление и восстановление строительных железобетонных конструкций углеволокном — ООО «Композит». URL: <http://www.compozit.ru/sravn/> (дата обращения: 11.10.2018)
9. КОМПОЗИТЫ ОТ СИКА — ЭТО СИЛА КОНСТРУКЦИЙ // Группа компаний «СКФ». URL: <http://www.skf.ru/news/70/> (дата обращения: 11.10.2018).
10. Эпоксидная смола Sikadur 300 // Стройматериалы оптом по России | Купить строительные материалы оптом в интернет-магазине ООО МПКМ. URL: <https://mpkm.org/shop/usilenie-konstruktsiy/kleya-dlya-usileniya/sikadur-300/> (дата обращения: 11.10.2018).
11. «Для Тагила это очень круто». Нижнетагильский цирк открыли после ремонта // Новости Нижнего Тагила и Свердловской области — Агентство новостей «Между строк». URL: <https://mstrok.ru/news/dlya-tagila-eto-ochen-kruto.-nizhnetagilskij-cirk-otkryli-posle-remonta.html> (дата обращения: 11.10.2018).
12. Ночью в Нижнем Тагиле протестировали внешнее освещение цирка // Новости Нижнего Тагила и Свердловской области — Агентство новостей «Между строк». URL: <https://mstrok.ru/news/nochyu-v-nizhnem-tagile-protestirovali-vneshnee-osveshhenie-cirka.html> (дата обращения: 11.10.2018).
13. История цирка // Нижнетагильский Государственный Цирк — официальный сайт. URL: <https://circus-ntagil.ru/istorija-tsirka.html> (дата обращения: 11.10.2018).

Будущие инновации в строительстве

Гурина Елизавета Олеговна, студент магистратуры;
Лисин Игорь Павлович, студент магистратуры
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Человек способен построить любое задание/сооружение, которое он только придумает. И в современном мире ему не обойтись без компьютерных технологий.

Идея применения компьютера для помощи строителям зародилась в 50-х годах XX века. Тогда же все чертежи приходилось делать вручную, с помощью бумаги и карандаша. Исправить или внести какие-либо изменения можно было только лишь с помощью ластика. И вот, с приходом новых технологий, эта практика отошла на второй план и сейчас осталась лишь только в вузах как ознакомление будущих строителей с тем, как все это раньше было.

Вопросы скорости возведения здания/сооружения, его прочности, долговечности, стоимости, а также разработки и согласования проектно-сметной документации остаются актуальны на сегодняшний день.

В настоящее время новые компьютерные технологии имеют очень широкое применение в строительстве. Мы изучили и провели анализ новейших технологий в строительстве с использованием искусственного интеллекта, которые используются, активно развиваются и приобрели наибольшую популярность в данный момент. И выявили самые современные.

Одной из таких технологий стало трехмерное проектирование. Такое проектирование значительно сокращает

время на разработку проектной документации, что позволяет за более короткое время сделать более сложный проект.

Еще одна технология — это технология, так называемая, умный дом. Нам бы хотелось выделить в этой технологии два направления. Первое — это технология, которая может работать непосредственно на какой-то один дом. А вторая технология может работать, предположим, на весь город. Да, может показаться, что у них нет нечего общего, но на самом деле обе эти технологии работают по одному и тому же принципу. Они обе строят единую систему, будь то отдельно стоящий дом, или же целый город. Оба этих направления уже очень быстро развиваются. Примером такой технологии может служить новый центр управления Крымским мостом. Только представьте себе, всего несколько человек могут управлять и следить за состоянием самого протяженного моста в Европе и в России, не выходя из кабинета.

Так же большую популярность приобрели летательные дроны (рис. 1). Беспилотные летательные аппараты могут использоваться для проведения обследований и сканирования местности. Также могут использоваться для инспекций строительных площадок, что значительно повысить соблюдение правил безопасности на объектах.



Рис. 1.

Новые технологии используются для повышения безопасности. Безопасность человека на объекте — всегда является одной из главных задач любой строительной фирмы. Для такой деятельности стали разрабатывать так называемые смарт-жилеты, которые помогают строителям делать свою работу лучше, безопаснее и быстрее. Помимо этого, такие жилеты помогают инспекторам в режиме реального времени показывать сколько работников в настоящее время находятся в районах с повышенным риском.

Подача изображений, взятых из беспилотных летательных аппаратов, в программное обеспечение для захвата реальности, которое сшивает фотографии вместе для создания 3D-моделей, существенно приближает реальный мир к силиконовой среде в больших масштабах.

По настоящею важное место в строительстве занимает 3D-печать крупных строительных объектов. Благодаря такой технологии строительство можно производить непосредственно на месте, без привлечения множества трудовых ресурсов. Благодаря 3D-печати теперь без особо

труда могут сочетаться таких два понятия как сложность и уникальность. Освобождение от стандартных решений позволяет сфокусироваться на идеальных решениях для проектов, и при этом сделать все это с минимальными потерями.

Выбрать лидера и преимущественную технологию, вероятно, не просто. Поэтому, мы считаем, что одна технология должна дополниться другой, ещё более усовершенствоваться и дать самый невероятный результат в области строительства, учитывая самые актуальные проблемы.

Для строительных фирм будет важно изучить, освоить и использовать эти технологии и методы, чтобы их строительные компании могли оставаться конкурентоспособ-

ными и актуальными в условиях постоянно растущего списка требований клиентов

Основной недостаток этих технологий в том, что они не в полной мере распространены на строительных объектах. Но это лишь момент времени. Необходимость комплексного более автоматизированного строительства с использованием искусственного интеллекта широко осознаётся. Его применение уже началось и будет только развиваться. Это позволит сократить сроки строительства, стоимость (со временем), упростить процесс составления документации, а также решить ряд других неохваченных в этой статье проблем и выйти на новый более продвинутый уровень в области строительства.

Литература:

1. Autodesk: 5 технологий будущего для строительства и промышленности. <https://www.popmech.ru/editorial/news-398102-autodesk-5-tehnologiy-budushchego-dlya-stroitelstva-i-promyshlennosti/#part0>
2. Проектирование будущего / Жак Фреско. — Venus Project, Inc, Переулоч Valley 21 Винус, Флорида 33960 США, 2007 г. — 76 с.

Особенности эффективного проектирования и строительства полносборных зданий из деревянных конструкций

Сергеева Виктория Андреевна, студент магистратуры;

Научный руководитель: Сычев Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Полносборные деревянные конструкции могут учитываться при проектировании и строительстве, как многоквартирных жилых домов, так и общественных зданий, таких как образовательные учреждения, здания розничной торговли и здравоохранения, поскольку полносборные здания являются эффективной и устойчивой строительной практикой. Деревянные изделия завод-

ской готовности (Рис. 1), используемые как в легких каркасах частных домов, так и в конструктиве массового строительства могут помочь решить многие проектные и инженерные задачи, такие как материалоеффективность и технологичность строительного процесса, экологичность материала и обеспечение безопасности жизни людей. [1]



Рис. 1. Деревянные изделия заводской готовности

Строительная индустрия в наши дни охватывает такие цифровые инструменты, как 3D-моделирование, постро-

ение информационных моделей (BIM-технологии) и числовое программное управление (ЧПУ). Они обеспечи-

вают более тесную связь между специалистами разных сфер строительства. [2] В полносборном строительстве удобно создавать визуализацию и фактически сформировать модель для линии производства, поскольку строительство с использованием элементов заводской готовности — это способ обеспечить более безопасные условия труда для работников и исключить риски несчастных случаев при их монтаже. Особенно важно повышение производительности ввиду высокого спроса и нехватки квалифицированной рабочей силы в строительной отрасли. Существует мнение, что стандартизация и автоматизация строительства в заводских условиях снижает количество высококвалифицированных рабочих кадров. В действительности, промышленность выходит на новый уровень, и обеспечивает рынок эффективно доставляемыми модулями для полносборного строительства благодаря технологически продвинутому проектированию, изготовлению, логистике и монтажу. [1]

Кроме того, экологические взгляды в отношении строительных отходов, цикла поставок продукции, повторного использования строительных материалов и выбросов углекислого газа меняются. Деревянные здания, в частности из сборных конструкций, могут помочь проектировщиком достигнуть баланса между целями строительства, его функциями и воздействием на окружающую среду.

Преимуществами полносборных деревянных зданий являются эффективность технологического процесса,

контроль воздействия на окружающую среду, большая отдача от инвестиций, эффективность материалов, сокращение отходов как на, так и вне строительной площадки и устойчивость. Процесс эффективен на каждом этапе, от проектирования и изготовления до строительства. Детальное планирование позволяет стандартизировать процессы строительства и упростить их, уменьшая время сборки на месте. Соблюдается четкая последовательность действий, поскольку сборные компоненты сортируются и загружаются на автотранспорт, сводя к минимуму сборку на месте. Этот процесс также более интегрирован, обеспечивая связь между специалистами различных областей, что сокращает дорогостоящие заказы на изменение в проекте. [1]

Ввиду того, что полносборные модули производятся на заводе, их качество и точность улучшается, повышается производительность и безопасность производства, а погода не является фактором замедления сроков строительства. Хотя сборные модули здания имеют высокую стоимость, полная стоимость возводимого здания обычно не высока, поскольку трудозатраты возведения полносборного дома на строительной площадке сведены к минимуму. Материалоэффективность сборных компонентов достигается тем, что изготовление ведется за пределами строительной площадки и, как правило, посредством технологий моделирования, которые обеспечивают исключительную точность.

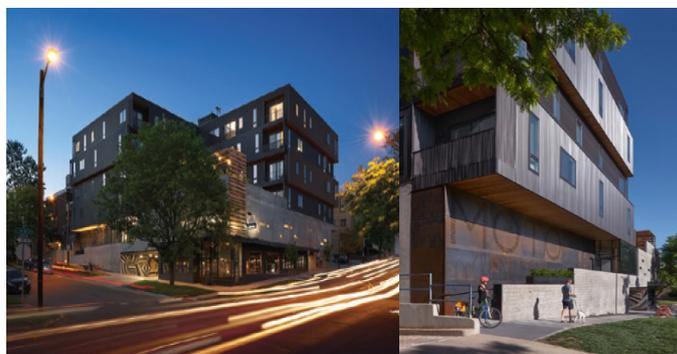


Рис. 2. Полносборное здание «МОТО», Денвер, Колорадо

Примером полносборного здания можно представить проект «МОТО», Денвер, Колорадо (Рис. 2) — это 64-квартирный жилой дом площадью 7620 м² с интегрированным паркингом и помещениями розничной торговли, расположенный в районе Денвера. [3] Четырехэтажный деревянный дом из легкого деревянного каркаса на двухуровневом бетонном фундаменте с надземной парковкой и помещениями для розничной торговли площадью 300 квадратных метров. Древесина использовалась как в качестве конструкционного материала, так и в качестве элементов дизайна. Созданная панельная система деревянных стеновых панелей показала превосходную скорость строительства, каждый этаж был готов примерно через неделю,

а весь проект менее чем за 1,5 месяца. Конструкционные материалы включают в себя комбинацию пиломатериалов разной размерности, двутавровые балки из клееного бруса, а отделка из дерева включает элементы из кедра, соединенные «в шпунт», декоративную решетку из кедра, которая облицовывает фасад, двери из сосны, и шпоновые плиты из переработанной сосны.

Дерево имеет много преимуществ в строительной индустрии, включая эстетику, экологическую эффективность, прочность и жесткость, легкий вес (по сравнению с бетоном) и энергетическую эффективность. В полносборных зданиях дерево особенно актуально, оно имеет структурную простоту, необходимую для рентабельности

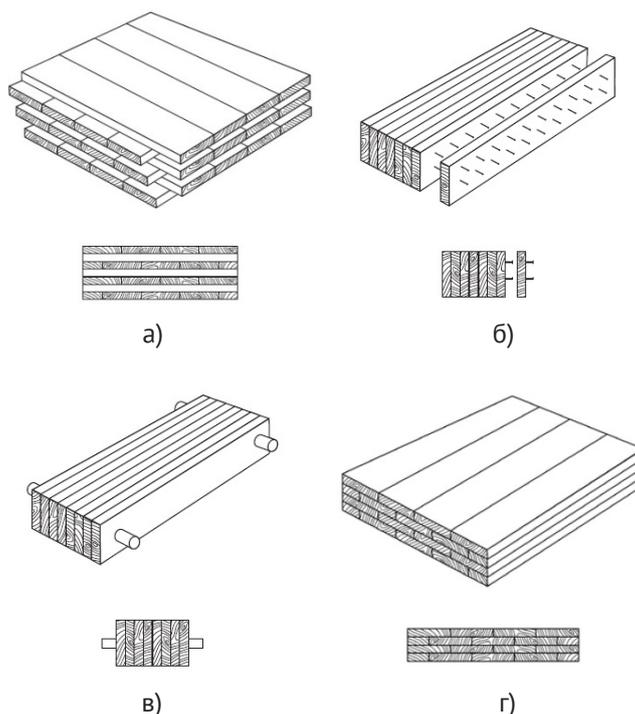


Рис. 3 а) панели из поперечно-клееной древесины (CLT), б) панели из продольно-клееной древесины (NLT), в) панели из клееной древесины, скрепленной дюбелями (DLT), г) панели из многослойной клееной древесины (GLT)

проектов и универсальность дизайна. Ключевым преимуществом, особенно в среднеэтажном строительстве (5–10 этажей), является легкий вес деревянных панелей, что позволяет сэкономить на строительстве фундаментов (меньшая глубина заложения) и на применении механизмов с меньшей грузоподъемностью.

Деревянные модули заводской готовности могут включать легкокаркасные стены, полы и обрешетку крыши, а также массивные элементы из древесины, такие как панели из поперечно-клееной древесины (CLT), панели из продольно-клееной древесины (NLT), панели из клееной древесины, скрепленной дюбелями (DLT) и колонны и балки в виде панелей из многослойной клееной древесины (GLT) (Рис. 3). [4]

Легкокаркасные конструкции из древесины — это идеальный выбор для малоэтажных, среднеэтажных, а также общественных зданий. Экономическая эффективность, материалоэффективность, простота сборки, минимальное экологическое воздействие и доступность на рынке делают легкокаркасные конструкции из древесины наиболее распространенным типом деревянных конструкций во всем мире. Типичный легкий каркас крыши и полов состоит из повторяющихся ребер жесткости, таких как балки, стропила или фермы, обшитые деревянными структурными панелями. Обшивка включает твердые пиломатериалы, двутавровые балки, структурные композитные пиломатериалы, балочные фермы с параллельными поясами. Ориентированно-стружечные плиты (OSB

плиты) и многослойная фанера используются взаимозаменяемо как настил и обшивка для полов, стен и крыши.

Панели из поперечно-клееной древесины (CLT) (Рис. 3 а) образованы путем укладки и склеивания последовательно перпендикулярных слоев древесины. Слои прессуют под большими гидравлическими или вакуумными прессами для формирования уплотненной единой панели. Затем панель измеряют и придают форму с использованием числового программного управления (ЧПУ). [2] Количество слоев в панели может варьироваться от трех до семи или более, а панели могут иметь дверные или оконные проемы, а также отверстия для электрических и других инженерных систем, выполненные перед транспортировкой на строительную площадку. По характеристикам конструкции панели CLT имеют высокую несущую способность и могут служить материалом, как для вертикальных, так и для горизонтальных конструкций.

Панели из продольно-клееной древесины (NLT) (Рис. 3 б) — могут использоваться для обустройства пола, стен и крыши. Преимущественно используются в складских помещениях, где требуется твердая и прочная конструкция пола, могут служить заменой бетонных плит и стальных настилов жилых и общественных зданий, где имеет место быть создание уникальной эстетики. Панели NLT создаются из объемного пиломатериала, уложенного на ребро и по центру закрепленные гвоздями или другими крепежными элементами. Такую панель можно обшить фанерой, чтобы обеспечить диафрагму жесткости.

Панели из клееной древесины, скрепленной дюбелями (DLT) (Рис. 3 в) — представляют собой массивные деревянные панели, в которых в качестве крепежных элементов используются деревянные дюбели. Из больших размеров панелей (3–20 м) для более быстрого монтажа существует широкий выбор древесных пород, которые идеально подходят для напольных, настенных и кровельных конструкций. Панели DLT не содержат клея, химикатов, летучих органических веществ или гвоздей, являясь экологически чистыми конструкциями. И поскольку в них нет металлических крепежных элементов, панели DLT легко обрабатываются на станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

Панели из многослойной клееной древесины (GLT) (Рис. 3 г) — представляют собой структурно спроектиро-

ванные деревянные элементы, обычно используются для балок и колонн в жилых и общественных зданиях. Чтобы сформировать клеевую деревянную конструкцию, пиломатериалы располагают в соответствии с их напряжениями. В большинстве случаев самыми прочными являются слоистые сэндвич-панели, которые пропорционально поглощают напряжение и обеспечивают долговечность элемента. Слоистые панели соединены между собой на концах прочным влагостойким клеем, что позволяет создавать длинные конструктивные пролеты. Кроме того, что панели используются в конструкции полов, стен и крыш, они также находят применение в устройстве лифтов и лестничных шахт в малоэтажных жилых домах (Рис. 4).



Рис. 4. Применение панелей из многослойной клееной древесины

Преимуществами строительства полносборных зданий из деревянных конструкций являются: высокая скорость и эффективность монтажа, вариативность проектных решений, тепло- и энергоэффективность. [4]

Высокая скорость и эффективность монтажа. Поскольку деревянные панели изготавливаются для специфического применения, они отлично подходят для заводского изготовления, обеспечивая скорость и эффективность монтажа. Полносборные панели имеют предварительно сделанные отверстия для установки дверей, окон, лестниц, ниш под инженерные сети, и отправляется непосредственно от производителя на место работы, чтобы обеспечить быстрый и эффективный подъем в проектное положение конструкции. Эти конструкции могут сэкономить месяцы календарного плана строительства. Многие изготовители поставляют панели с предварительно установленными ремнями, которые подрядчики используют для подъема панелей грузоподъемным механизмом.

Вариативность проектных решений. Легкий вес и другие характеристики древесины делают ее высоко адаптируемой к различным типам проектов, конструкциям и условиям строительной площадки, таким как пластичные

грунты или стесненные условия городской застройки. Высушенные изделия из дерева имеют превосходную стабильность размеров, обеспечивая максимальную точность при монтаже. Деревянные элементы также могут быть сочетаться с другими строительными материалами, обеспечивая вариативность в дизайне, стиле и архитектуре.

Тепло- и энергоэффективность. Теплопроводность древесины намного меньше проводимости металла. Ключевыми показателями тепловой производительности материала являются коэффициент теплопередачи и коэффициент сопротивления теплопередачи, оба коэффициента зависят от толщины панели. Более толстые панели имеют более низкую теплопроводность и поэтому требуют меньшей теплоизоляции. Поскольку деревянные панели изготавливаются с использованием оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) для определения предельных допусков, швы панели стыкуются более плотно, что приводит к высокой степени точности и лучшей энергоэффективности конструкции. Поскольку панели твердые, есть лишь малая вероятность воздухопроницаемости через панель, в результате чего может быть получена предельно прочная ограждающая конструкция. [2]

Литература:

1. [Электронный ресурс] // APA — The Engineered Wood Association Glulam Resources Kit// URL: <https://www.arawood.org/stock-glulam-resources> (Дата обращения: 23.08.2018)
2. [Электронный ресурс] // Wood Design Package now available in print// URL: <http://www.awc.org> (Дата обращения: 02.08.2018)
3. Philip Jodidio. 100 Contemporary Wood Buildings Hardcover, December 15, 2015.
4. Donald Breyer, Kenneth Fridley, Jr., David Pollock, Kelly Cobeen. Design of Wood Structures, 6th Edition, 2018.

ТРАНСПОРТ

Риск-ориентированный подход к оценке и обеспечению надежности и безопасности функционирования объектов транспортной инфраструктуры

Охотников Илья Викторович, кандидат экономических наук, доцент;
Сибирко Иван Владимирович, кандидат экономических наук, доцент;
Малахов Олег Андреевич, студент магистратуры
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В статье анализируется методология управления ресурсами и рисками на основе анализа надежности объектов железнодорожной инфраструктуры (УРРАН). Сделан вывод о необходимости разработки прикладных метод расчета показателей надежности, безопасности и оценки рисков на основе методологии УРРАН.

Ключевые слова: управление рисками, управление ресурсами, управление инвестициями, стоимость жизненного цикла системы.

Спецификой железных дорог в процессе оказания транспортных услуг является необходимость использования большого количества железнодорожной инфраструктуры. Эксплуатация железнодорожной инфраструктуры требует очень существенных затрат (расход энергоносителей, износ конструкций, оплата труда работников и аппарата управления и проч.). В настоящее время доля стоимости основных фондов инфраструктуры составляет более 60% от общей стоимости основных средств ОАО «РЖД», а доля эксплуатационных затрат на объекты инфраструктуры составляет порядка 35% от общего объема затрат [2].

Ситуация усложняется тем, что железнодорожная инфраструктура, как совокупность технических систем, обладает такими специфическими характеристиками как определенные уровни надежности и безопасности, которые принципиально не могут быть абсолютными. Как следствие, в инфраструктуре возникают различные отказы и отклонения случайные по своей природе и имеющие различные последствия, включая необходимость прямых экономических затрат на ремонт, а также множество внутренних и внешних косвенных экономических затрат, возникающих из-за влияния состояния железнодорожной инфраструктуры на перевозочный процесс. Величина экономических затрат таким образом зависит от уровней надежности и безопасности, обеспечиваемых железнодорожной инфраструктурой, а также от характера ее обслуживания и показателей эксплуатационной работы. При этом материальный ущерб, связанный с отказами инфраструктуры, весьма значителен в отрасли, по данным компании он достигает десятки миллиардов рублей.

Основными источниками рисков, связанных с эксплуатацией железнодорожной инфраструктуры и обусловленных их неабсолютной надежностью и безопасностью

являются: во-первых, прямые затраты на реализацию процесса устранения отказов элементов инфраструктуры (ремонт) в случае их возникновения; во-вторых, косвенные издержки, связанные с возможными задержками в движении поездов, в виде снижения участковой скорости, либо дополнительных остановок, а также выплатой штрафов и неустоек при задержках в сроках доставки и прочих случаях; прямые и косвенные издержки, связанные с устранением последствий опасных отказов железнодорожной инфраструктуры [3; 5; 6].

Таким образом, учет и прогнозирование рисков возникновения расходов в виде материального ущерба является важной и непростой задачей, позволяющей точнее оценивать эффективность работы компании, а это существенно влияет на устойчивость ее функционирования, особенно в современной ситуации систематического недостатка финансирования и высокой конкуренции на рынке перевозок.

В рамках указанной проблемы и с целью повышения привлекательности услуг компании на рынке транспортных перевозок в последние годы ОАО «РЖД» активно внедряет методологию УРРАН — методологию управления ресурсами, рисками на основе анализа надежности. Цель внедрения методологии — целесообразное распределение ограниченных ресурсов компании для обеспечения необходимых уровней надежности и безопасности перевозочного процесса с учетом экономических рисков, связанных с ними.

Основываясь на работах идеологов концепции УРРАН [3; 4; 5; 6], можно выделить основные особенности методологии данного подхода:

Во-первых, методология ориентирована на оценку и обеспечение надежности и безопасности технологического процесса, каковым является перевозочный процесс.

То есть в ней исследуются не только показатели отдельных технических объектов, но и оценивается их влияние на организацию технологического процесса в целом и вклад в его показатели. Благодаря этому отличию методология УРРАН позволяет осуществлять прозрачный переход от показателей надежности и безопасности конкретных технических объектов к показателям, отражающим эксплуатационную деятельность компании и ее хозяйств.

Во-вторых, в основе УРРАН лежит технология управления рисками, определенная ГОСТ Р54505–2011 [1]. Управление рисками позволит достичь такого состояния железнодорожного транспорта, при котором риски причинения вреда людям и окружающей среде, экономических потерь, нанесения ущерба инфраструктуре, подвижному составу и уменьшению значений операционных показателей деятельности компании снижены до приемлемого уровня.

В-третьих, управление надежностью и безопасностью технологического процесса осуществляется на основе применимых для ОАО «РЖД» эксплуатационных показателей надежности и безопасности объектов и процессов.

В-четвертых, управление инвестициями осуществляется на основе рисков с учетом стоимости жизненного цикла, долговечности и технического обслуживания объектов железнодорожного транспорта по фактическому состоянию и с обоснованием затрат на проведение реконструкции/модернизации.

В-пятых, в отношении рисков, связанных с жизнью и здоровьем людей, животных, экологической безопасностью следует при принятии защитных мер отдавать им приоритет по сравнению с коммерческими интересами ОАО «РЖД».

Что касается реализованного подхода к анализу рисков, то его в методологии предусматривается осуществлять на основе модели ALARP — «As low as reasonably practicable», что переводится, как «низко, насколько целесообразно». По сути, подразумевается величина риска настолько низкой, насколько это экономически оправданно и технически достижимо. Графически ALARP представляет собой точку оптимума между затратами на предупреждение риска и потенциальными потерями от возникновения рисков событий.

Риск, превышающий установленный, максимально допустимый уровень считается неприемлемым при любых обычных обстоятельствах. Допустимый риск находится между установленным максимально допустимым и заданным приемлемым уровнем. В отличие от приемлемого допустимый риск говорит о том, что лицо готово допускать такой риск, если это приносит какую-либо иную

выгоду при условии, что как только это станет возможным, риск будет уменьшен. Зона допустимого риска часто называется зоной ALARP. В зоне приемлемого риска нет необходимости дополнительных затрат для его дальнейшего снижения, она находится ниже заданного приемлемого уровня.

Методология УРРАН охватывает как объекты инфраструктуры, так и подвижной состав. Применительно к инфраструктуре железнодорожного транспорта применение методологии имеет определенную специфику. Инфраструктура железнодорожного транспорта представлена объектами различного назначения, которые отнесены к соответствующим хозяйствам: во-первых, хозяйству автоматике и телемеханики; во-вторых, хозяйству электрификации и электроснабжения; в-третьих, путевому хозяйству.

Объекты инфраструктуры эксплуатируются при различных условиях (нагрузка, климат и проч.), имеют различные параметры, оказывают различный вклад на перевозочный процесс. С целью упрощения при анализе функционирования инфраструктуры широко применяют понятие эталонного объекта — типового, наиболее распространенного на сети дорог комплекса устройств, который выполняет в перевозочном процессе конкретную функцию в пределах известного участка и для которого уже рассчитаны показатели надежности и безопасности, как для технической системы.

Выделяют следующие основные эталонные объекты. В хозяйстве автоматике и телемеханики: эталонный блок-участок; эталонный комплекс технических устройств управления стрелкой. В хозяйстве электрификации и электроснабжения: эталонная контактная сеть; эталонная тяговая подстанция; эталонная линия электропередач. В хозяйстве пути: эталонная конструкция пути; эталонный стрелочный перевод. Так как каждый эталонный объект находится в зоне ответственности конкретного подразделения и в принципе может быть определено его влияние на перевозочный процесс, то такой подход позволяет не только упростить расчеты, но и оценивать эффективность работы структурных подразделений по обеспечению заданных показателей качества перевозок.

Таким, образом, внедрение методологии УРРАН на железнодорожном транспорте при управлении рисками позволят подойти к решению одной из основных задач инновационного развития ОАО «РЖД» — сокращения стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры и подвижного состава при условии обеспечения высокого уровня надежности технических средств и требуемого уровня безопасности перевозочного процесса.

Литература:

1. ГОСТ Р54505–2011 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте» // СПС Право. ru Режим доступа: <http://docs.pravo.ru>
2. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте (редакция 1.1). — М.: ОАО «РЖД», 2010.

3. Ададулов, С. Е., Розенберг Е. Н. Доклад на Объединенном ученом совете ОАО «РЖД», 24.06.2010 г. / Официальный сайт ОАО «ВНИИЖТ». Режим доступа: <http://www.vniizht.ru>
4. Гапанович, В. А. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве АТ / Гапанович В. А., Безродный Б. Ф., Горелик А. В., Шалягин Д. В. // Автоматика, связь, информатика. — 2012. — № 4. — с. 12–15.
5. Замышляев, А. М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте / А. М. Замышляев. — Ульяновск: Областная типография «Печатный двор», 2013. — с. 143.
6. Орлов, А. В. Методика расчета показателей надежности, безопасности и оценки рисков функционирования систем интервального регулирования / Безродный Б. Ф., Горелик А. В., А. В. Орлов, Шалягин Д. В., Журавлев И. А. — М.: Деп. в ВИНТИ. — 2012. — № 298. — В2012
7. Розенберг, И. Н. Создание АС УРРАН / И. Н. Розенберг, А. М. Замышляев, С. В. Калинин // Железнодорожный транспорт. — 2012. — № 10. — с. 41–44.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Анализ тепло- и массообменных процессов, происходящих в макаронных изделиях при сушке

Старкова Лариса Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент;

Щербак Мария Сергеевна, студент магистратуры

Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова (Челябинская обл.)

Ключевые слова: сушка, пограничный слой, влажность материала, интенсивность сушки.

В процессе производства макаронных изделий после их нарезки необходимо полностью высушить их. Для сушки используются трабатто (вибросушилка) и сушилка. Трабатто — это вибрационная машина, которая является первым сушильным элементом. В ней происходит первая стадия сушки макарон. Продукт проходит по вибрирующим ярусам, на него действуют потоки горячего и влажного воздуха. В трабатто макароны находятся 5–7 мин.; влажность продукта на выходе составляет 25–27 %, после чего они попадают в ковши элеватора. Элеватор поднимает макароны наверх на сушилку и выбрасывает их на вибрационное сито, чтобы равномерно распределить их по всей ширине сушилки. Сушилка позволяет полностью высушивать макароны, выходящие из трабатто. Макароны поступают в сушилку с начальной относительной влажностью 26 %, выходят из сушилки с влажностью 12,5–12 %. Сушилка разделена на 3 секции: предварительная сушилка, основная сушилка и последний уровень — стабилизация, где температура достигает 40–45С. Внутри предсушки поддерживается относительная влажность на постоянном уровне. Продукт проходит предварительную сушку и сушку за 5–7 часов. В течение этого времени продукт вентилируется и нагревается для выпаривания воды. Секция стабилизации позволяет уже на последнем ярусе сушки стабилизировать температуру макарон для того, чтобы они не трескались на выходе из сушилки [1, с. 4].

Так какие же тепло- и массообменные процессы происходят в макаронных изделиях при их сушке? Закономерности сушки влажных материалов обуславливаются одновременным протеканием переноса теплоты и массы [2, с. 118]:

- теплообмен между поверхностью материала и окружающей средой;
- испарение влаги с поверхности материала в окружающую среду (массоотдача);
- перемещение теплоты внутри материала (теплоперенос);

— перемещение влаги внутри материала (массоперенос).

В сухих макаронных изделиях передача теплоты осуществляется теплопроводностью через твердый скелет тела и конвекцией и излучением между стенками пор. Во влажных изделиях теплообмен всегда сопровождается массообменом [3].

В процессе сушки происходит непрерывное углубление поверхности испарения и постоянное увеличение ее толщины. Температурный напор в зоне испарения создается в результате того, что температура внутри макаронных изделий ниже, чем на их внешней поверхности. С увеличением температурного напора увеличивается и коэффициент теплоотдачи. При углублении поверхности испарения коэффициент теплоотдачи больше, чем при испарении с внешней поверхности [3].

Таким образом, тепло- и массообмен между влажной поверхностью макаронных изделий и окружающей средой в процессе сушки можно рассмотреть как сочетание тепло- и массопереноса в зоне испарения внутри материала и в пограничном слое воздуха. Основными коэффициентами такого переноса являются коэффициенты теплопроводности, диффузии, температуропроводности и термовлажностопроводности [3].

Принципиальная схема процесса сушки, приведенная в [4, с. 265], выглядит следующим образом (рис. 1).

При сушке горячим воздухом влага перемещается от центра изделия к поверхности. Перемещение влаги в материале может быть в виде жидкости и (или) в виде пара в зависимости от свойств материала [5].

Затем на поверхности тела образуется воздушно-паровой слой, находящийся в равновесии с влагой материала. Влага из поверхностной пленки движется в окружающую среду под действием разности парциальных давлений водяного пара в пограничном слое и окружающей среде. Количество влаги, прошедшее через пограничный слой, равно количеству влаги, которая подошла из глубин материала, что, собственно, и определяет скорость сушки [5].

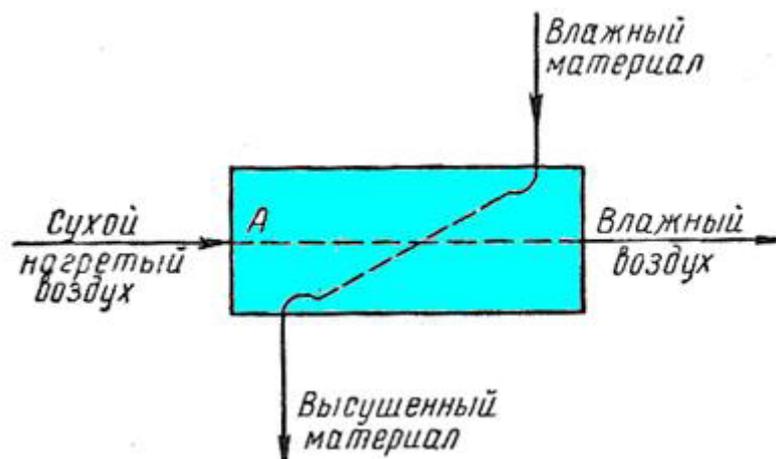


Рис. 1. Схема процесса сушки

Таким образом, крайне важно иметь представление о том какие именно тепло- и массообменные процессы происходят при сушке макаронных изделий, особенно если

стоит задача подобрать оптимальные параметры сушки и правильно рассчитать конструкцию самой сушилки.

Литература:

1. Отчет по проведенному тепловизионному обследованию технологических линий макаронного цеха Магнитогорского комбината хлебопродуктов «СИТНО», 2014
2. Сажин, Б. С. Основы техники сушки. — М: Химия, 1984—320 с.
3. URL: <https://megalektsii.ru/s30205t7.html> (дата обращения 24.10.2018)
4. Стабников, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств/ В. Н. Стабников, В. И. Баранцев — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1974—349 с
5. Чагин, О. В. Оборудование для сушки пищевых продуктов/ О. В. Чагин, Н. Р. Кокина, В. В. Пастин — Ивановский химико — технологический университет: Иваново, 2007—138 с.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Влияние технологии ремонта и качества эксплуатации УЭЦН на повышение наработки на отказ

Власенко Евгений Вадимович, студент магистратуры;
Марченко Максим Вадимович, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Крупные закупки западного оборудования нефтедобывающими объединениями в 1991–1995 гг. предопределили повышенное внимание к процессам подготовки этого оборудования к эксплуатации и его обслуживанию в процессе эксплуатации. В этот период участились контакты со специалистами инофирм-производителей погружного оборудования, оживилась инженерная мысль, пересматривались подходы к ключевым проблемам, возникали совместные с инофирмами проекты и предприятия.

В то же время следует отметить, что многое из познанного в эти годы или оказалось хорошо забытым старым, или давно вынашивалось российскими специалистами. В новом импортном погружном оборудовании абсолютной новизны не наблюдалось, лишь основные его узлы были тщательно отработаны с использованием качественных материалов, что и обеспечивало им высокий ресурс.

Значительно дальше западные специалисты ушли от нас в вопросах сервисного обслуживания и технологии ремонтных работ. Большое впечатление производили наборы инструментария, надежные приборы и приспособления. Впечатляло и импортное испытательное оборудование, оснащенное компьютерами, точными и надежными системами измерения.

Вначале мы учились у западных специалистов работе на стендах, приемам ремонта оборудования производства инофирм, настройке и обслуживанию импортных станций управления. По мере освоения российского оборудования основная тяжесть в работе по обучению персонала перешла к нашим инженерно-техническим работникам. Достигнутое таким образом сочетание опыта и знаний американских и российских специалистов позволило нам в дальнейшем получать в свое распоряжение новых и новых обученных рабочих.

Основой поддержания и повышения качества ремонтных работ является системный анализ отказов погружного оборудования, изучение влияния условий эксплуатации на ресурс его работы. Ежемесячное издание информационного бюллетеня помогает проанализировать причины отказов установок, не отработавших гарантийный срок, с разбивкой по месторождениям и заказчикам. По итогам работы за каждый месяц необходимо

проводить совещания с линейным персоналом, на которых будут рассматриваться причины отказов, намечаться меры по их устранению.

К этому следует добавить регулярно проводимую работу по изучению как российского, так и зарубежного рынка необходимых для ремонта материалов и запасных частей. К слову сказать, здесь встречаются немалые трудности. Так, несмотря на активные поиски, пока не найдены в России производители качественной пазовой изоляции для двигателей, изоляции для выводных концов статорной обмотки, лака для пропитки статоров, малотоксичных растворителей для мойки статоров. Нет пока и качественной резины для диафрагм гидрозащиты, торцовых уплотнений, стабильных по качеству болтов.

Неограниченный импорт дорогостоящих материалов зарубежного производства, несмотря на их высокое качество, не может выдержать экономика ни подрядчика, ни заказчика, ибо в силу сложившейся на рынке услуг сервисных предприятий конъюнктуры цены на услуги не могут возрастать кратно, даже если эти услуги предоставляются с гарантированным качеством.

В последнее время возросла потребность в запасных частях и соответственно увеличились их закупки. Это объясняется как большим количеством скопившегося на базах ЭПУ ремонтного фонда, так и некоторой стабилизацией доходов нефтяных компаний. К сожалению, по ряду позиций заводы-изготовители не могут оперативно откликнуться на возросшие потребности, особенно в части импортозамещающих запасных частей. Поэтому стало обычным явление, когда после первого цикла эксплуатации импортное оборудование не ремонтируется, а «ложится на полку» в ожидании лучших времен.

Международная практика свидетельствует, что запасные части к оборудованию ведущих фирм могут изготавливаться другими заводами, с другими характеристиками и т. п. Российским поставщикам также следовало бы энергичней работать на рынке запасных частей, расширяя их номенклатуру, совершенствуя их свойства и качество.

Уже наметилась тенденция к сокращению фонда импортных установок центробежных насосов, что объясняется не только дороговизной их содержания, но и су-

ществительным прогрессом российских производителей. Следует признать, что несмотря на наличие совершенного ремонтно-технологического оборудования, мы еще недостаточно хорошо владеем системой управления качеством. Этот пробел вызван как стремительным ростом объемов производства и численности персонала, так и изменившимися условиями, в силу которых применявшиеся ранее методы, обеспечивавшие высокий уровень качества, сегодня уже не годятся.

Наработка на отказ продукции непрерывно растет, однако влияние условий эксплуатации на ряде месторождений настолько велико, что часть фонда УЭЦН как бы отказывается подчиниться этой тенденции. Так как надеяться на существенное улучшение условий эксплуатации на всех без исключения месторождениях нереально, к ним нужно уметь приспособиться.

Комплекс технических мер: применение противоположных хомутов, стопроцентная замена при ремонтах болтовых соединений с предварительной выборочной проверкой их на соответствие требованиям чертежа, применение при очередном ремонте новых насосно-компрессорных труб с нижней подвеской, стендовая проверка уровней вибрации насосных секций и ПЭД уже выявили положительную тенденцию в направлении снижения числа «полетов».

Литература:

1. Балакиров, Ю.А., Оноприенко В.П., Стрешинский И.А. и др. Оптимизация режимов работы скважин. М.: Недра, 1981. 221 с.
2. Зайцев, Ю.В., Балакиров Ю.А. Добыча нефти и газа. М.: Недра, 1981. 384 с.
3. Справочник по нефтепромысловому оборудованию / Под ред. Е.И. Бухаленко. М.: Недра, 1983. 399 с.

Существенными факторами, снижающими вероятность обрывов, являются также точность сборки, правка вала и корпуса насоса, проверка корпусной резьбы, нормируемое и обязательное использование новых запасных частей.

Надо отдать должное и службам добычи и ремонта: за последние годы качество ремонтов скважин на месторождениях «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь» заметно улучшилось. Возросла оснащенность бригад подземного ремонта оборудованием и инструментом, повысился уровень дисциплины труда. Однако и здесь резервы далеко не исчерпаны — ошибки в подборе оборудования, нарушения регламентов подготовки скважин, случаи бесконтрольной эксплуатации порой сводят на нет усилия многих сотен людей, занятых ремонтом оборудования, приводят к большому неоправданным издержкам.

Конечно, есть ошибки и обидные промахи, все они подвергаются тщательному разбору и анализу, так как если подходить даже к редким ошибкам как к случайности, то они неизбежно повторяются. Конечно, беспристрастный компьютерный тест при испытании оборудования практически исключает возможность пропуска дефектов сборки, но дальнейшие операции с оборудованием, вплоть до начала его эксплуатации, не исключают человеческого фактора и во многом зависят от квалификации персонала.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

IV Международная научная конференция

Казань, ноябрь 2018 г.

Сборник статей

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Подписано в печать 24.11.2018. Формат 60x90 ¹/₈.

Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,23. Уч.-изд. л. 1,58. Тираж 300 экз.

Издательство «Молодой ученый», г. Казань

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.