

МОЛОДОЙ
УЧЁНЫЙ



IV Международная научная конференция

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ



Москва

УДК 62(01)
ББК 30
Т38

Главный редактор: *Г. Д. Ахметова*

Редакционная коллегия сборника:

М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, О. А. Авдеюк, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, М. А. Игнатова, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, Н. С. Сенюшкин, И. Г. Ткаченко, А. С. Яхина

Ответственные редакторы:

Г. А. Кайнова, Е. И. Осянина

Международный редакционный совет:

З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан)

Т38 Технические науки в России и за рубежом: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Москва, январь 2015 г.). — М.: Буки-Веди, 2015. — vi, 140 с.
ISBN 978-5-4465-0596-8

В сборнике представлены материалы IV Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом».

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

УДК 62(01)
ББК 30

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Бородин А.А.

Исследование функционирования сетевого стека операционной системы Windows под воздействием статической нагрузки 1

Вольф Д.А.

Модель сингулярного эстиматора частоты основного тона речи 5

Лавриченко О.В.

Применение экстремальных значений интеграла Шоке при принятии решений по оптимизации распределения инновационных ресурсов предприятий 9

Ле Ньят Зюи

Оценка стойкости криптосистемы Эль-Гамалы 14

Щепотьева Ю.Г., Валиева Э.И.

Моделирование физических процессов 16

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Галимуллина Л.Р.

Исследование межчелюстного давления на основе решеток Брэгга 20

Петров А.М., Турышев И.В., Семейкин А.С.

Сельскохозяйственный робот для посадки семян 23

Савкин Л.В.

Кластеризация диагностических моделей и их выделение из конфигурационных наборов аппаратных архитектур реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики космического аппарата 26

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Кочергин И.Г., Кочетков В.А., Лутохин И.В., Солдатиков И.В.

Исследование диалектических аспектов эволюции технологий стандартных интерфейсов автоматизированных измерительных комплексов: историко-системный анализ 29

Русин А.Ю.

Математические модели и методы обработки информации в системах испытания электрооборудования на надежность 36

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Ашуев Р.М.

Оценка уровня магнитного поля трансформатора 43

Ромшин Я.А.

К выбору системы управления многокатушечным длинноходовым электромагнитом 44

5. ЭНЕРГЕТИКА

- Биятто Е.В., Шарманова Г.Ю., Привалихина К.К.**
Электроэнергия. Задачи следующих десятилетий 48
- Васильева Ю.З., Полищук В.И.**
Диагностика повреждения короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя 50
- Иванова Е.Ю., Иванов А.Г.**
Проведение энергетического аудита на промышленном предприятии 53

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Данатаров А., Мухамметмырадов К.**
Обоснование параметров устройства к глубокорыхлителю для глубокого внесения органоминеральных удобрений в условиях Туркменистана 55
- Данатаров А., Мухамметмырадов К.**
Совершенствование универсальных агрономелиоративных машин в условиях Туркменистана 56
- Измеров О.В., Воробьев В.И., Бондаренко Д.А., Товпеко Н.И.**
Использование непараметрического прогнозирования для поиска новых технических концепций. 57
- Табаев Р.Р., Шевченко В.В., Самохвалов А.В.**
Безаварийность боевых ЛА и их испытания 59

8. СТРОИТЕЛЬСТВО

- Биджиева Ф.К.**
Научно-технический прогресс в строительной отрасли 64
- Вафина В.А.**
Создание учебного геодезического полигона 66

9. ТРАНСПОРТ

- Лобач И.А.**
Обеспечение безопасности производственного процесса эксплуатации трубопроводного транспорта в условиях Крайнего Севера 70
- Титова А.А., Ивлев В.Ю., Титова П.А.**
Оценка безопасности движения на пересечениях автомобильных дорог 72
- Федоров В.А.**
Использование данных операторов мобильной связи для оптимизации маршрутной сети общественного транспорта мегаполисов 75

10. АРХИТЕКТУРА

- Никитина Т.А.**
Дворцы Советского периода 82
- Черепанов К.А.**
Основные этапы и направления развития и формирования Иркутска 91
- Черепанов К.А.**
Влияние экологических свойств городских территорий на формирование городской среды. 99
- Шакалова Е.Ю.**
Эволюция и формирование делового пространства 105

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

- Демидова Ю.М., Капралова М.А.**
Совершенствование систем пожарной безопасности в учебных заведениях РФ. 109

Жирнов Д. Н., Жирнова И. М., Севастьянова Ю. В., Дулькин Д. А. Особенности контроля технологических и электрокинетических показателей массы непосредственно в технологическом потоке.	113
Жирнова И. М., Севастьянова Ю. В. Влияние рН на электрокинетические и технологические параметры массы.	114
Исаева В. Г., Князев Д. Н. Математическая модель композитного баллона, изготовленного непрерывной жгутовой намоткой ..	118
Князев Д. Н., Устинова Е. С. Построение линии пересечения двух цилиндров в параметрическом виде	122
Маринин В. И., Князев Д. Н., Субботина Е. А. Интерполяция сплайнами 7-го порядка с дефектом 4	125
Нижегородцев Е. И. Учет нормального давления при расчете горизонтальных пластовых дренажей из волокнистых полимерных материалов грунтовых плотин горнодобывающих предприятий на водонепроницаемом основании.	131
Сорокина Е. И., Мелихов К. М., Маковкина Л. Н. Треугольный конечный элемент с узловыми неизвестными в виде перемещений и их производных (функции формы для перемещений).	134
Щербаков И. В., Бородулин Д. А. Моделирование формирования провала над карстовой полостью как катастрофического процесса в нелинейной динамической системе.	138

1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Исследование функционирования сетевого стека операционной системы Windows под воздействием статической нагрузки

Бородин Антон Александрович, ассистент
Московский государственный университет леса

Повсеместное внедрение информационных технологий является отличительной чертой современной цивилизации. Они позволили рационализировать и оптимизировать все сферы деятельности человека. Глобальная сеть стала новым полем для персонального воздействия на личность. Информационные системы наблюдают за поведением человека в глобальной сети, прогнозируют и предугадывают его действия. Несмотря на опасности, они являются важнейшим компонентом современной цивилизации и их функционирование является исключительно важным вопросом.

Надежность информационных систем обеспечивается преимущественно за счет тестирования. Под ним понимается процесс исследования системы с целью проверки соответствия ее поведения, предъявляемым требованиям. Современные информационные системы являются сложными объектами и существует большое количество видов тестирования, исследующих отдельные составляющие систем. Для информационных систем глобальной сети большое значение имеет нагрузочное тестирование. Результаты данного вида тестирования позволяют сделать выводы о качестве работы и характеристиках информационной системы под влиянием эксплуатационной нагрузки.

Работы исследователей, занимающихся вопросами нагрузочного тестирования можно разделить на следующие группы:

- разработка новых способов создания реалистичных тестов и моделей нагрузки [1, с.159;2, с.77;3, с.63;4, с.188;5, с.43;6, с.89;7, с.353];
- разработка эффективных способов анализа результатов [8, с.421;9, с.143];
- разработка специализированных методик нагрузочного тестирования [10].

Таким образом, их усилия направлены практически на все стадии нагрузочного тестирования. В тоже время, анализ литературы и практики показывает, что вопросам создания нагрузки и сбора результатов уделяется недостаточное внимание. В настоящее время решение этих задач осуществляется с помощью обычных компьютерных узлов. В этом случае, большое влияние на процесс генерации нагрузки и сбора результатов оказывает сетевой стек операционной системы, который обеспечивает под-

готовку и отправку сформированного тестового запроса, а также прием и обработку ответа от нее. Производительность сетевого стека во многом влияет на нагрузочные способности компьютерного узла. В данной статье представлены результаты экспериментов по исследованию сетевого стека операционной системы Windows при статичной генерации запросов.

В ходе первого эксперимента генерируются запросы со статичной интенсивностью, величина которой повышается с интервалом в 5 минут. Каждый запрос содержит временную метку, характеризующую момент перед отправкой в сетевой стек. С помощью перехватчика пакетов фиксируется момент времени, когда запрос покидает сетевой стек. Исходя из разницы этих двух величин, происходит расчет времени обработки. Драйвер перехватчика пакетов winpcap был модифицирован таким образом, чтобы прикладные приложения могли иметь доступ к счетчику времени [11]. Целью данного эксперимента является исследование поведения сетевого стека исходящих данных.

В ходе второго эксперимента запросы генерировались на отдельном узле и каждый запрос содержал порядковый номер. На исследуемой системе запускалось приложение сервер, которое регистрирует момент времени выхода запроса из сетевого стека. Перехватчик пакетов фиксирует момент времени перед поступлением запроса в сетевой стек. В данном случае, исследовалось поведение сетевого стека входящих данных. С помощью порядкового номера сопоставлялись результаты приложения сервера и перехватчика пакетов.

Для эксперимента применялись следующие узлы:

- Экспериментальная платформа № 4, компьютер Intel Core i7 920 2.67 ГГц, DDR3—1066 9ГБ, Windows 8.1;
- Экспериментальная платформа № 5, ноутбук Samsung NP355V5C-S0L AMD A8—4500M 1900 МГц, DDR3—1600 6144 ГБ, Windows 8.

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблицах и на графиках. Для сравнения, ниже также представлены результаты для экспериментальной платформы № 1 из [12, С.19]. Платформы № 4 и № 1 различаются лишь используемой операционной системой. Экспериментальная платформа № 1 использует CentOS 6.4.

Таблица 1

Результаты эксперимента с сетевым стеком исходящих данных

Платформа	Временной участок	Средняя Интенсивность	Среднее время обработки, мкс	Обработано пакетов
ЭП № 4	0–5 минут	977	14,15	293 121
	5–10 минут	4488	13,61	1 351 002
	10–15 минут	8199	13,4	2 459 877
ЭП № 5	0–5 минут	954	26,14	286 471
	5–10 минут	4121	24,29	1 240 505
	10–15 минут	7079	23,41	2 131 020
ЭП № 1	0–5 минут	902	11,14	270 860
	5–10 минут	7436	5,95	2 245 715
	10–15 минут	9986	5,97	2 985 851

Таблица 2

Результаты эксперимента с сетевым стеком данных, поступающих из сети

Платформа	Временной участок	Средняя Интенсивность	Среднее время обработки, мкс	Обработано пакетов
ЭП № 4	0–5 минут	794	16,01	238 355
	5–10 минут	3518	19,16	1 059 003
	10–15 минут	5919	22,93	1 781 631
ЭП № 5	0–5 минут	789	80,58	236 932
	5–10 минут	3541	142,16	1 066 137
	10–15 минут	5896	169,52	1 768 838
ЭП № 1	0–5 минут	792	21,01	237 782
	5–10 минут	3526	16,06	1 057 902
	10–15 минут	5909	13,58	1 778 706

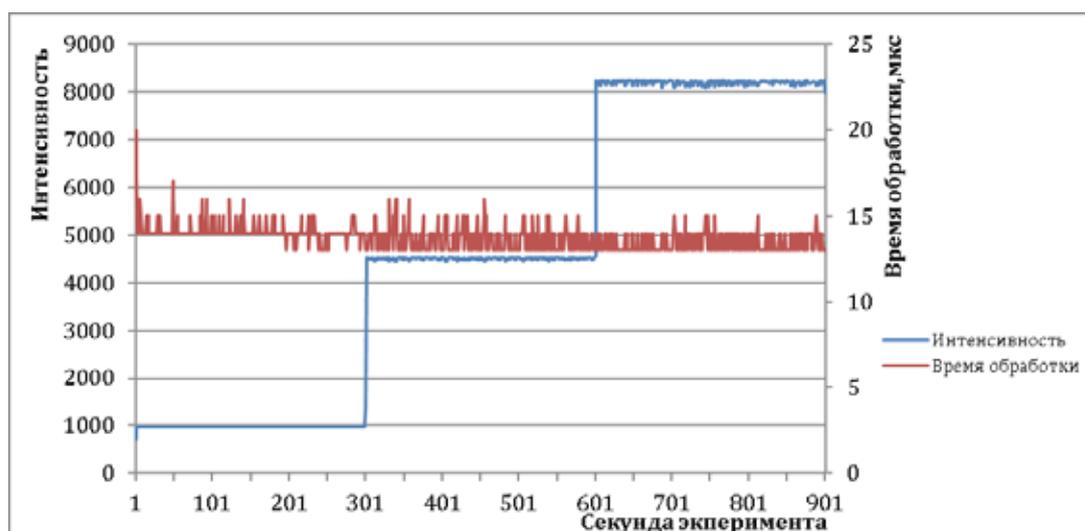


Рис. 1. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе первого эксперимента на ЭП № 4

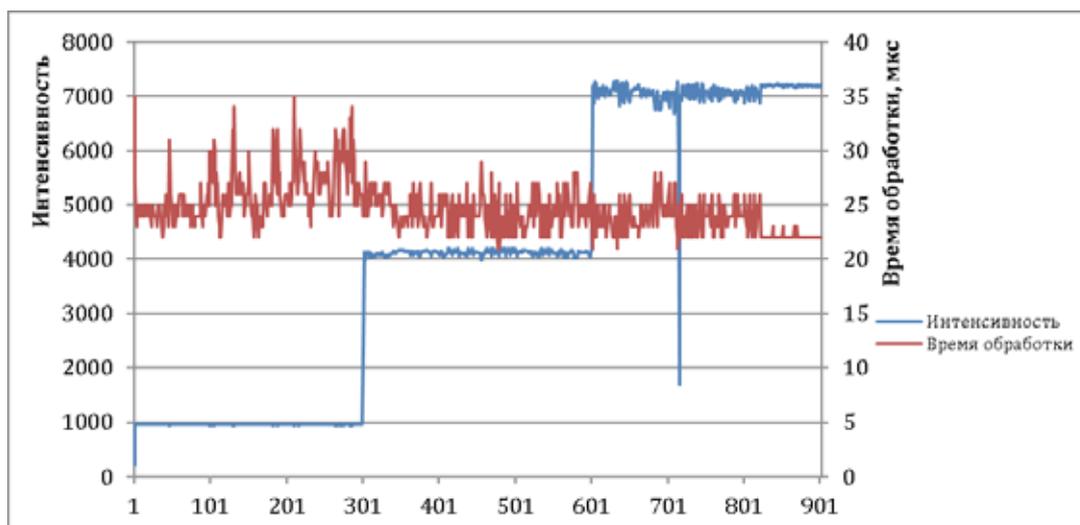


Рис. 2. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе первого эксперимента на ЭП № 5

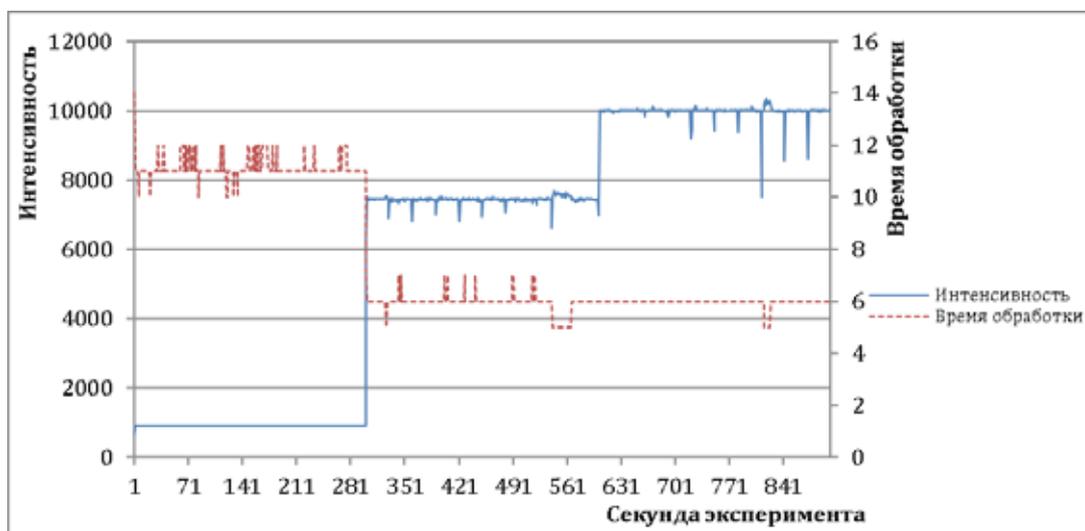


Рис. 3. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе первого эксперимента на ЭП № 1

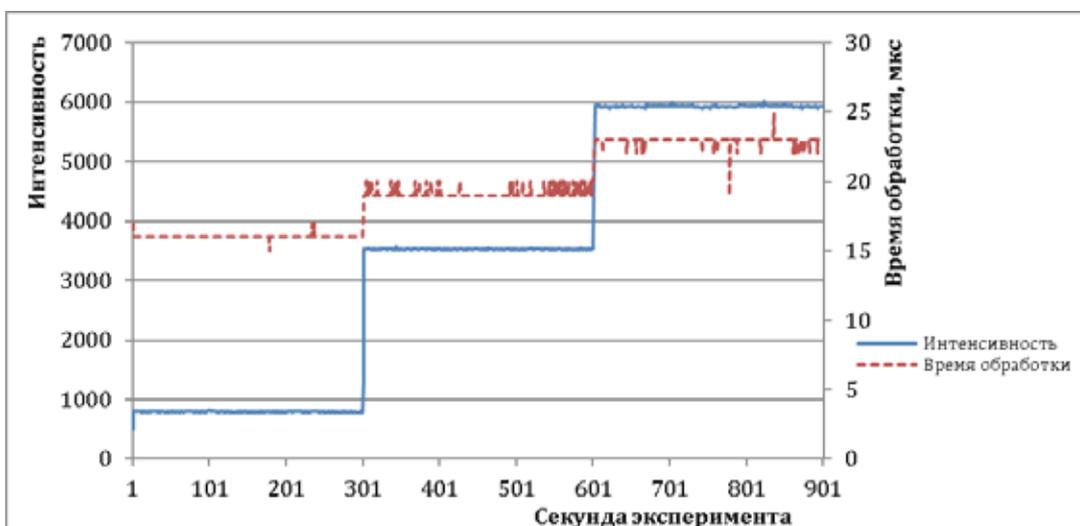


Рис. 4. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе второго эксперимента на ЭП № 4

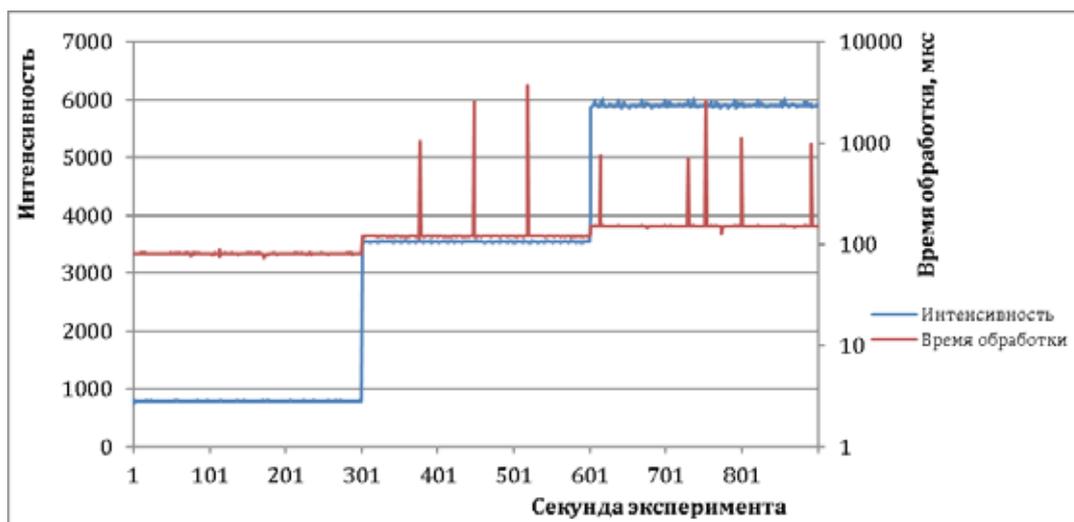


Рис. 5. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе второго эксперимента на ЭП № 5

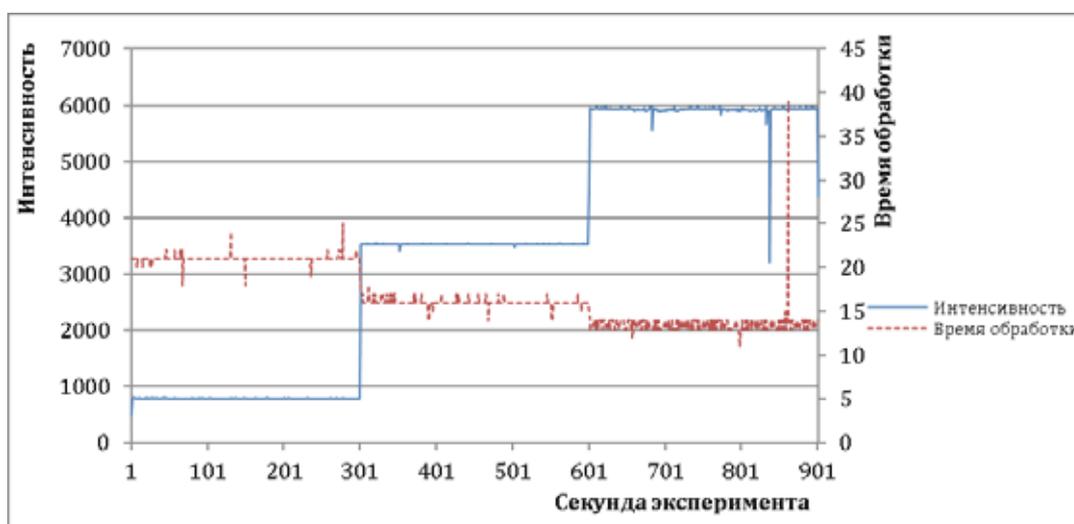


Рис. 6. Изменение интенсивности и времени обработки в ходе второго эксперимента на ЭП № 1

Результаты первого эксперимента показывают, что на всех платформах с ростом интенсивности время обработки снижается. Для ЭП № 4 эта тенденция менее выражена в отличие от ЭП № 5. Сравнивая результаты ЭП № 4 и ЭП № 1 можно отследить влияние операционной системы на время обработки, которое показывает, что под управлением UNIX-подобной ОС оно значительно ниже.

Результаты второго эксперимента демонстрируют совсем иную тенденцию. Под управлением ОС Windows, с ростом интенсивности поступления запросов время обработки данных входным стеком возрастает. Этот факт является отличительной особенностью ОС Windows. Аналогичный эксперимент на ЭП № 1 имел совершенно иную динамику — время обработки плавно снижалось. Общей чертой этих ОС является то, что временные затраты входного стека превышают затраты исходящего. Это можно увидеть при анализе результатов на первом промежутке эксперимента, когда интенсивность имеет малую величину.

Проведенные эксперименты продемонстрировали характеристики сетевого стека ОС на промежутке времени достаточном для перевода системы в новое состояние. Результаты показывают, что современные компьютерные системы под управлением ОС Windows, также оптимизированы для работы с большой интенсивностью. В тоже самое время, производительность сетевого стека входящих данных ухудшается с ростом количества поступающих запросов в единицу времени. В нашем диссертационном исследовании мы разработали иной подход для решения задачи генерации нагрузки и сбора результатов. Он основан на применении специализированного аппаратного модуля с ПЛИС. Ее прошивка содержит сетевой стек, компоненты которого обрабатывают исходящие и входящие данные независимо друг от друга. При этом время обработки изменяется незначительно и составляет несколько сот наносекунд. Нагрузочные способности нашей разработки превышает возможности существующих систем.

Литература:

1. Силаков д.в. автоматизация тестирования web-приложений, основанных на скриптовых языках // Труды ИСП РАН. 2008. № 2. С.159–178.
2. Сортов, А., Хорошилов А. Функциональное тестирование Web-приложений на основе технологии UniTesK // Труды Института системного программирования РАН, № 8, 2004, с. 77–97.
3. Яковенко, П. Н., Сапожников А. В. Инфраструктура тестирования веб-сервисов на базе технологии TTCN-3 и Платформы.net // Труды ИСП РАН. 2009. № . С.63–74.
4. Kevin Morrison, Hisham M. Haddad Converting users to testers: an alternative approach to load test script creation, parameterization and data correlation // Journal of Computing Sciences in Colleges Volume 28 Issue 2, December 2012, p. 188–196.
5. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Automatic Generation of Load Tests // ASE '11 Proceedings of the 2011 26th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, p. 43–52.
6. Pingyu Zhang, Sebastian Elbaum, Matthew B. Dwyer Compositional load test generation for software pipelines // ISSTA 2012 Proceedings of the 2012 International Symposium on Software Testing and Analysis, p. 89–99.
7. Yuhong Cai, John Grundy, John Hosking Synthesizing client load models for performance engineering via web crawling // ASE '07 Proceedings of the twenty-second IEEE/ACM international conference on Automated software engineering, p. 353–362.
8. Haroon Malik, A Methodology to Support Load Test Analysis // ICSE '10 Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering — Volume 2, P. 421–424.
9. Zhen Ming Jiang, Automated analysis of load testing results // ISSTA '10 Proceedings of the 19th international symposium on Software testing and analysis, P. 143–146.
10. Ермыкин Алексей Александрович Разработка метода построения комплекса нагрузочного тестирования распределенной информационной системы: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.13. — СПб., 2005. — 147 л.
11. TCPdump [Электронный ресурс] / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Tcpdump> (дата обращения 29.08.2014).
12. Бородин, А. А. Исследование нагрузочных способностей компьютерных систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2014. № 3 (198). С. 19–27.

Модель сингулярного эстиматора частоты основного тона речи

Вольф Данияр Александрович, аспирант

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Применение аппарата сингулярного спектрального анализа для обработки речи. Разработана модель сингулярного эстиматора мгновенной частоты основного тона речи.

Ключевые слова: *речь, фонема, модель, сингулярный спектральный анализ речи, сингулярное оценивание частоты основного тона.*

Современные информационные технологии находят все более широкое применение в вычислительных и телекоммуникационных системах. Актуальной становится задача разработки и внедрения новых методов средств анализа информации для обеспечения потребителя максимальными данными об исследуемых объектах.

Предметом данной статьи является процесс оценивания одного из основных параметров устной речи — частоты колебаний голосовых связок при произнесении вокализованной речи, называемой основным тоном — F_0 (величина обратная периоду $T_0 = 1/F_0$).

В настоящее время популярными алгоритмами оценивания частоты основного тона речевого сигнала являются RAPR, YIN и SWIPE' Популярность перечисленных алгоритмов обусловлена хорошей функциональностью,

низким процентом грубых ошибок и наличием свободно распространяемых версий их реализаций [1, с.49].

Большинство современных оценщиков основного тона состоят из трех основных модулей (рис. 1): 1 — модуль предобработки или приведения сигнала к требуемым характеристикам, 2 — генератор кандидатов действительного искомого периода основного тона, 3 — модуль постобработки или выбор наилучшего кандидата с последующим уточнением значения частоты основного тона.

Главным недостатком подобных алгоритмов является зависимость от точности нахождения пиков. Наличие пиков и их амплитуда зависят от длины и вида окна анализа, а также от класса звука, что довольно часто приводит к ошибкам. Более того, точность зависит от значения частоты основного тона и от частоты дискретизации [9, с.16].

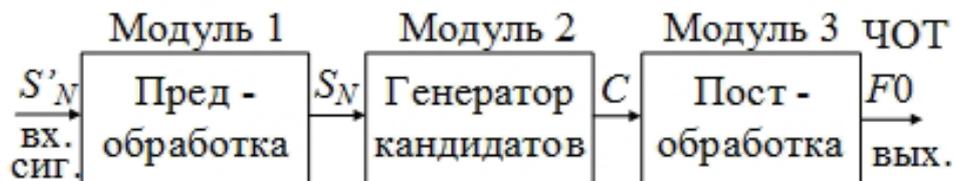


Рис.1.Схема типового оценщика основного тона

Еще одно ограничение обусловлено периодической (стационарной) моделью сигнала, лежащей в их основе, которая подразумевает точное повторение периода основного тона и не допускает его изменения на протяжении анализируемого фрейма. Например, при появлении модуляций — изменений частоты основного тона, точность оценок также существенно снижается.

В процессах исследования речевых сигналов, обычно используется математические аппараты спектрального анализа Фурье или вейвлет-анализ (wavelet-analysis). Однако в настоящей работе применен аппарат сингулярного спектрального анализа (ССА «Гусеница»), разработанного и обоснованного в конце 20 века сотрудниками Санкт-Петербургского государственного университета [7, с.5], [8, с.1]. Также в современной зарубежной литературе описан достаточно широкий класс методов, алгоритмически и идейно близких к методу «Гусеница», в основном метод известен как Singular Spectrum Analysis (SSA).

Метод основан на анализе главных компонент и позволяет исследовать стационарные и не стационарные временные ряды. Связь между классическими методами анализа стационарных временных рядов и методом главных компонент рассматривается в работах Бриллинджера [2, с.1].

Например, в работе Bagshaw [10, с.1] утверждается, что, методы, работающие во временной области, обладают наименьшей, по сравнению с другими методами (частотными), ошибкой принятия решения о присутствии голоса в речи (voicing decision error rate) — не более 17%. Кроме того, в работе [11, с.399] показано, что такие методы являются наиболее робастными в отношении принятия решения о вокализованности или невокализованности сегмента речи в условиях шума (voiced-unvoiced decision), искажений и побочных помех в сигнале.

Результаты проводимых исследований в работах Вольф [3, с.114], [4, с.69] позволили построить модель процесса сингулярного оценивания мгновенной частоты основного тона речи, полученную модель предлагается рассмотреть ниже.

Концептуальная модель. Начнем с рассмотрения общего вида концептуальной модели сингулярного эстиматора основного тона речи (рис. 2):

1) Входные данные: S_N — фонемный ряд гласных звуков речи длины N отсчетов с выборкой Fd кГц;

2) Выходные данные: $F0$ — частота основного тона речи, содержащаяся во временном кадре t мс; Amp — средняя амплитуда гармоники, соответствующая частоте основного тона речи; $T0_N$ — временной ряд, соответствующий квазигармонической составляющей (субфонеме) с частотой основного тона речи.

Проведем декомпозицию обобщенной модели (рис. 3, 4):

1) Одномерный массив данных S_N равностоящих значений (набор из квантов по уровню), полученных в результате дискретизации непрерывного множества $S(t)$, поступает на вход системы осуществляющей расщепление в элементарный спектр временных рядов, генерируемых каждым резонатором речевого тракта. На выходе такой системы соответственно многомерный массив данных равностоящих значений $T_{L,N}$ — временной пучок (субфонемный спектр). Данный процесс эквивалентен классическому процессу генерации кандидатов искомого периода основного тона (рис. 1), однако в отличие от кросскорреляционных подходов в данном случае происходит генерация заранее известных функций (генератор сингулярных кандидатов частоты основного тона речи или генератора сингулярного спектра).

2) Субфонемный спектр $T_{L,N}$ поступает на вход селектора и сохраняется в некотором блоке управления ма-

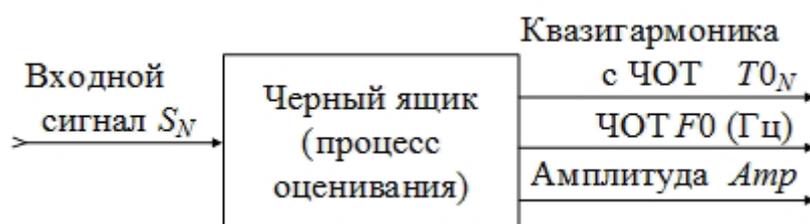


Рис. 2. Модель SEPT

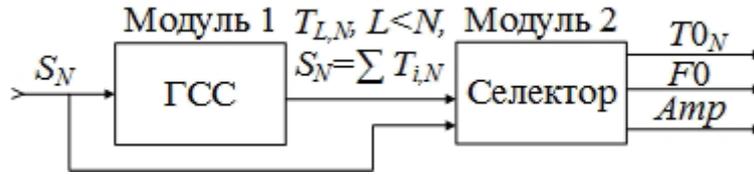


Рис. 3. Декомпозиция модели SEPT: SN – входной сигнал; TL, N – временной спектр; ГСС – генератор сингулярного спектра; SN – входной сигнал; TON – трек с ЧОТ; F0 – ЧОТ; Amp – амплитуда

трицы временного спектра (УМВС). Известно, что частота обертоновых составляющих речи кратна частоте основного тона, а также известны границы ее существования, таким образом ставится задача уменьшения плотности временного пучка L до величины K , обеспечивая сужение границ поиска $f_0 \in [f_{min}, f_{max}]$. С помощью быстрого преобразования Фурье в блоке измерения частоты временного спектра (ИЧВС) осуществляется процесс изменения частотной характеристики элементов субфонемного спектра $T_{L,N}$. На выходе блока измерения частоты временного спектра соответственно частотный ряд длины K , который поступает на вход блока выбора частоты основного тона (ВЧОТ). Далее решается задача выбора частоты основного тона речи из полученного спектра. В качестве критерия выбора ЧОТ взята наименьшая кратная величина частоты

$$f_0 \in \{\min(f_i), 2\min(f_i), \dots, K\min(f_i)\}.$$

Ряд T_{0n} вычисляется как процедура математической свертки. Далее на заданном промежутке времени (определяется N и частотой дискретизации) вычисляется средняя величина частоты основного тона F_0 и амплитуда Amp .

Математическая модель. Выше была рассмотрена концептуальная модель сингулярного эстиматора ЧОТ, теперь рассмотрим ее математическую интерпретацию в виде следующей системы:

$$\left\{ \begin{aligned} & A = \begin{pmatrix} S_0 & S_1 & S_2 & \dots & S_{K-1} \\ S_1 & S_2 & S_3 & \dots & S_K \\ S_2 & S_3 & S_4 & \dots & S_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{L-1} & S_L & S_{L+1} & \dots & S_{N-1} \end{pmatrix}; \\ & C = A^T A; \\ & V_A^T = U_C^T A D_C^{-1}; \\ & T_j^{<n>} = \begin{cases} \frac{1}{j+1} \sum_{i=0}^j [\sqrt{\lambda} u^{1/2}]_{iK+j-1}^{<n>}, 0 \leq j < L; \\ \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} [\sqrt{\lambda} u^{1/2}]_{iK+j-1}^{<n>}, L \leq j < K; \\ \frac{1}{N-j} \sum_{i=0}^{L-1} [\sqrt{\lambda} u^{1/2}]_{(j-K+i)K+K-1-i}^{<n>}, K \leq j < N. \end{cases} \end{aligned} \right. \quad (1)$$

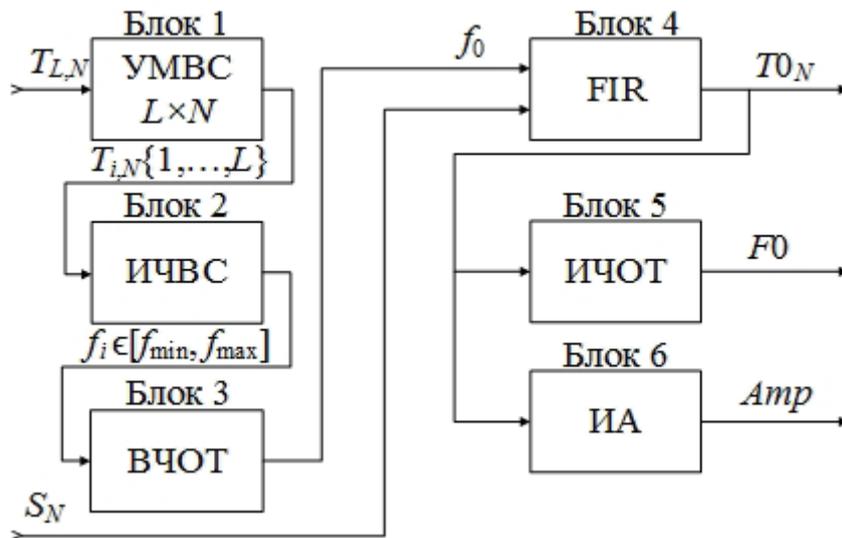


Рис. 4. Декомпозиция селектора модели SEPT: УМВС – блок управления матрицей временного спектра; ИЧВС – блок измерения частоты временного спектра; ВЧОТ – блок выбора ЧОТ; FIR – блок фильтрации; ИЧОТ – блок измерения ЧОТ; ИА – блок измерения амплитуды

$$\left\{ \begin{array}{l}
 f_n = \\
 \frac{p}{N\Delta t}, p = \{k, \left\| \left[\frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} T_j^{<n>} e^{-\frac{2\pi i}{N} kj} \right]_k \right\| \leq MAX, k = \overline{0, N-1}\}, \\
 n = \overline{0, L-1}; \\
 f_j = f_n \in [f_{\min} \leq f_n \leq f_{\max}], n = \overline{0, L-1}, \\
 j = 0, 1, \dots, K < L; \\
 f_0 = f_j \in \{\min(f_j), 2\min(f_j), \dots, K\min(f_j)\}, \\
 i = \overline{1, K}; \\
 f_c = f_0 + \Delta f \\
 W_i = 0.42 - 0.5\cos\left(\frac{2\pi i}{N-1}\right) + 0.08\cos\left(\frac{4\pi i}{N-1}\right), \\
 i = \overline{0, N-1}; \\
 H_i = \{2\pi f_c W_i, i = 0; \frac{\sin(2\pi f_c i)}{2\pi f_c i}, i > 0\}, \\
 i = \overline{0, N-1}; \\
 T0_n = \sum_{i=0}^{N-1} H_i \times S_{n-i}, n = 0, \dots, N-1; \\
 F0 = \frac{1}{m} \sum_{m=1} \frac{1}{(k_{m+1} - k_m)\Delta t}, \\
 k = \{n, T0_n \subset MAX, n = \overline{0, N-1}\}; \\
 Amp = \frac{1}{m} \sum \max(T0_n), n = 1, 2, \dots, m.
 \end{array} \right. \quad (2)$$

где:

(1) — математическая модель процесса, протекающего в генераторе сингулярного спектра (ГСС);

(2) — математическая модель процесса, протекающего в селекторе;

S_N — исходный временной ряд;

N — длина ряда;

L — размер спектрального окна;

A — траекторная (Ханкелевая) матрица наблюдений;

C — бисимметричная матрица;

U_C — левая сингулярная матрица поворота

$$U_C = \begin{pmatrix} u_0^0 & u_0^1 & u_0^2 & \dots & u_0^{L-1} \\ u_1^0 & u_1^1 & u_1^2 & \dots & u_1^{L-1} \\ u_2^0 & u_2^1 & u_2^2 & \dots & u_2^{L-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{L-1}^0 & u_{L-1}^1 & u_{L-1}^2 & \dots & u_{L-1}^{L-1} \end{pmatrix};$$

V_A^T — правая сингулярная матрица поворота;

$u^{<n>}$ — левый сингулярный вектор;

$v^{<n>}$ — правый сингулярный вектор;

D — диагональная матрица, состоящая из собственных значений λ_i бисимметричной матрицы C и края спектра значений исходной матрицы A

$$\{D_C = \text{diag}\{\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{L-1}\}, \lambda_0 < \lambda_1 < \dots < \lambda_{L-1};$$

T_i^n — спектр временных рядов (субфонемный спектр);

f_n — одномерное, частотное представление временного спектра T_i^n при условии, что $f_0 \in [f_{\min}, f_{\max}]$, где f_0 — исходная частота основного тона такая, что

$$f_0 \in \{\min(f_i), 2\min(f_i), \dots, K\min(f_i)\}$$

наименьшая кратная величина частоты;

p — индекс с максимальной амплитудой от преобразований Фурье в n -й квазигармонике (субфонеме);

Δt — частота дискретизации;

f_c — частота среза;

W_i — ряд численно описывающий окно Блэкмена;

H_i — ряд численно описывающий конечно-импульсную характеристику фильтра нижних частот (ФНЧ);

$T0_N$ — временной ряд, соответствующий субфонеме с частотой основного тона речи;

$F0$ — средняя частота основного тона речи такая, что

$$F0 = \frac{f_0^1 + f_0^2 + \dots + f_0^m}{m},$$

где m — количество обратных величин равных периодам уместающихся в ряде $T0_N$ (f_0^m — мгновенная частота тона)

$$f_0^1 + f_0^2 + \dots + f_0^m = \frac{1}{(k_2 - k_1)\Delta t} + \frac{1}{(k_3 - k_2)\Delta t} + \dots$$

$$+ \frac{1}{(k_{m+1} - k_m)\Delta t} = \sum_{m=1} \frac{1}{(k_{m+1} - k_m)\Delta t},$$

где k_m — номер индекса в точке максимума

$$k = \{n, T0_n \subset \max, n = \overline{0, N-1}\};$$

Amp — средняя амплитуда гармоники (средняя величина по максимумам в ряде $T0_N$) соответствующая частоте основного тона речи.

Система (1–2) описывает математическую модель процесса сингулярного оценивания частоты основного тона речи:

В (1) протекает процесс разложения исходного речевого сигнала (одномерного ряда) S_N в спектр квазигармонических компонент (многомерный ряд) T_i^n , [$i=0, 1, \dots, N-1$; $n=0, 1, \dots, L-1$];

В (2) протекает процесс который решает следующие задачи:

выбор одномерного ряда $T0_N$, соответствующего частоте основного тона речи, из многомерного ряда T_i^n , соответствующего временному спектру;

оценивается средняя частота основного тона речи $F0$ (с учетом модуляции), содержащаяся во временном ряде $T0_N$;

вычисляется средняя амплитуда временном ряде $T0_N$.

Сингулярные матрицы U_C и V_A задают базис в линейном пространстве, порождаемый столбцами и строками исходной матрицы A .

Решение задачи сингулярного спектрального разложения одномерного временного ряда в многомерный (поиск величин $u^{<n>}$, $v^{<n>}$, i) рассматривается в работах [5, с.81], [6, с.129].

Заключение. Рассмотрена модель процесса сингулярного оценивания мгновенной частоты основного тона речи. Данная модель описывает новый класс оценщиков

частоты основного тона речи — сингулярный эстиматор частоты основного тона речи (singular estimator pitch tracking). Оценка адекватности и достоверности полученной модели требует дополнительной работы.

Литература:

1. Азаров, И. С., Вашкевич М. И., Петровский А. А. Алгоритм оценки мгновенной частоты основного тона речевого сигнала / Цифровая обработка сигналов, № 4, 2012. — С.49–57.
2. Бриллинджер, Д. Временные ряды. Обработка данных и теория. — М: Мир, 1980. — 536 с.
3. Вольф, Д. А. Выделение частоты основного тона речи методом сингулярного спектрального анализа / Системы управления и информационные технологии, № 2.1 (56), 2014. — С.114–120.
4. Вольф, Д. А. Автоматизация детектирования квазигармонических компонент, содержащих частоту основного тона речи в методе сингулярного спектрального анализа SSAPD / Системы управления и информационные технологии, № 3 (57), 2014. — С.69–75.
5. Вольф, Д. А. Программная реализация подсистемы быстрого сингулярного спектрального анализа речи // Системы управления и информационные технологии, № 4 (54), 2013. — с. 81–86.
6. Вольф, Д. А. Спектральная теорема для решения частичной проблемы собственных чисел степенным методом в задачах сингулярного спектрального анализа речи / Системы управления и информационные технологии, № 3.1 (57), 2014. — С.129–135.
7. Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница» — SSA: анализ временных рядов / Учебное пособие / Санкт-Петербург, 2004. — С.5–6.
8. Данилов, Д. Л., Жиглявский А. А. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / Под ред. Д. Л. Данилова, А. А. Жиглявского / СПб: Пресском, 1997. — 308 с.
9. Конев, А. А. Модель и алгоритмы анализа и сегментация речевого сигнала / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 математическое моделирование, численные методы и комплексы программ / Федеральное агентство по образованию РФ. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники: Томск, 2007. — 128 с.
10. Bagshaw, P. C. Automatic prosodic analysis for computer aided pronunciation teaching / Univ. of Edinburgh, Edinburgh. PhDThesis 1994 / — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.55.3401> (дата обращения: 30.11.2014).
11. Rabiner, L. R., Cheng M. J., Rosenberg A. E. A comparative study of several pitch detection algorithms / IEEE Trans. Acoust. Speech, № 24, 1976. — P. 399–423.

Применение экстремальных значений интеграла Шоке при принятии решений по оптимизации распределения инновационных ресурсов предприятий

Лавриченко Олег Вячеславович, кандидат экономических наук, инженер-программист
ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат» (г. Москва)

Показана актуальность инновационных самоорганизующихся бизнесобразующих технологий в современных условиях экономического развития России. Рассмотрены основы авторской теории экономики активного коннекта. Обоснована необходимость снижения действия антропогенных факторов на эффективность аддитивных моделей и алгоритмов принятия решений. Показана необходимость эконономирования антропогенных сукцессий в рамках концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций. Исследованы существующие подходы к задаче оптимизации интеграла Шоке и возможности его применения при принятии решений для устранения диспаритета в распределении инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Ключевые слова: инновационные ресурсы; экономика активного коннекта; антропогенные факторы; антропогенные сукцессии; инновационные самоорганизующиеся бизнесобразующие технологии; интеграл Шоке.

Информационные и когнитивные технологии входят в перечень критических технологий современной России, определенный в Указе Президента России № 899 от 7 июля 2011 года, а также являются приоритетными

направлениями развития науки, технологий и техники согласно «Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

К информационным технологиям относятся и инновационные самоорганизующиеся бизнесобразующие технологии (ИСБОТ), являющиеся эндогенной основой авторской научной концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Простые инновационные бизнесобразующие технологии были рассмотрены нами в ранее опубликованных работах [1], были определены не только как алгоритм действий по внедрению идеи, но и как технологии общения между участниками процесса реализации инновационной стратегии развития промышленного предприятия, методики обмена и структурирования информации между ними. Это способ общения и формирования не только инновационных стратегий, но и информационного сознания. Их можно описать как в виде сокращенного алгоритма, в виде элементарной понятийной схемы, состоящей из минимального количества элементов, так и создать в подробнейшем самосовершенствующемся мультимедийном формате. Идеальная инновационная бизнесобразующая технология — это самосовершенствующийся цифровой организм, интерактивная модель в структуре интеграционной модели реализации инновационной стратегии развития [2].

Основы авторской теории экономики активного коннекта

В современных условиях экономического развития России, характеризующихся усиливающимися санкционными мерами стран ЕС и США, особую роль приобретают технологии более высокого уровня — уровня самоорганизации. Характерной чертой самоорганизующейся инновационной бизнесобразующей технологии (ИСБОТ) является капитализация интеллектуального «сырья» в виде идей и действий, которые необходимо совершить для получения новых инноваций или нового знания, то есть они призваны не только отвечать на вопросы, но и формировать их, отправляя импульсы организаторам инновационных процессов на промышленном предприятии. Участники, включенные в процесс реализации инновационных стратегий развития, совместно принимают решение, а также вносят необходимые изменения в раздел инновационных бизнесобразующих технологий, за который он отвечает. [3] Таким образом, путем обмена информацией происходит принятие управляющего решения. Инновационные самоорганизующиеся бизнесобразующие технологии (ИСБОТ) как средство корпоративного общения и технологии обмена информацией способны создавать новое знание постоянно, да еще и в полуавтоматическом режиме.

Таким образом, в инновационных самоорганизующихся бизнесобразующих технологиях (ИСБОТ) от-

ражены все возможные модели и алгоритмы действий по созданию объектов инноваций, их брендингу, производству и выводу на рынок. То есть, это системообразующий многоуровневый гипертекст, заключенный в форму четкой и понятной интерактивной инструкции. [4]

Как нами было уже неоднократно сказано [5], новая экономика — это не просто экономика информации или экономика коммуникаций (от латинского — делаю общим, контакт, связь, то есть подразумевает линии как материального, так и информационного обеспечения того или иного объекта). Это уже экономика коннекта (коннект в переводе с английского означает: соединять, устанавливать взаимоотношения, налаживать контакты, связываться, соединяться, ассоциировать, то есть ставить в причинную связь, быть согласованными, устанавливать непосредственную связь и т.д.).

Таким образом, концепция самоорганизующихся инновационных бизнесобразующих технологий (ИСБОТ) потребовала от нас своего исследования не только в ином направлении экономической мысли, но и выявила необходимость разработки данного направления как самостоятельной области экономических знаний — экономической теории активного коннекта (экономиконнекта).

Термин «теория экономики активного коннекта» впервые был введен автором [6] и до сих пор пока не применялся, однако в современной экономической науке потребность в нем имеется уже давно и его необходимо воспринимать как изменение в современных российских условиях не только характера труда, но и всего социума.

Теория экономики активного коннекта — это целостная, развивающаяся система знания, исследующая хозяйственную деятельность человека, которая предусматривает широкое применение информационных и когнитивных технологий в процессах производства, распределения и потребления общественных благ.

Актуальность авторского подхода — в возможности снизить действие неопределенности антропогенных факторов как основных факторов неустойчивости аддитивных моделей и алгоритмов. За счет чего? За счет увеличения инвестиций на разработку саморазвивающихся инновационных бизнесобразующих технологий (ИСБОТ), одной из целей которых является экономонормирование антропогенных факторов, так как трансакционные издержки не должны превышать размер выгод от решения проблем внешних воздействий на аддитивные модели и алгоритмы.

Новизна авторского подхода заключается в необходимости учета трансакционных издержек длительности и интенсивности информационного активного коннекта между сотрудниками всех уровней и на всех итерациях процесса реализации интеграционной модели на основе инновационных самоорганизующихся бизнесобразующих технологий (ИСБОТ). Источник этих трансакционных издержек — асимметричность информационного активного коннекта между разработчиками интеграционной модели и ее реализаторами на всех итерациях.

Основную идею теории экономики активного коннекта (эконоконнекта) мы определяем как эндогенный информационно-коннективный подход к поведению сотрудников предприятия при реализации ими интеграционной модели реализации инновационной стратегии устойчивого развития с целью достижения им конкурентноспособности и возможности максимизации стоимости предприятия. [7]

Фундаментальная характеристика теории экономического коннекта — антропогенные факторы, влияющие прямо или косвенно на эффективность процессов формирования, реализации и саморазвития инновационных бизнесобразующих технологий. Антропогенные факторы опосредуются через кадровые ресурсы, задействованные в интегрированной модели реализации инновационной стратегии устойчивого развития промышленного предприятия. [8]

Результат негативного влияния антропогенных факторов — антропогенные сукцессии. Для ограничения их влияния необходима разработка мониторинга или их эконормирование, которое автор предложил осуществлять в рамках концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Данный аспект проблемы автор уже рассматривал с позиций многомерных структур неоднородной совокупности на основе случайных выборок [9] и отношения Парето [10].

На наш взгляд, задачи принятия решений для оптимального распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций перспективно рассматривать, применяя методы поиска экстремальных значений интеграла Шоке.

Интеграл Шоке в задачах принятия решений

Существующие подходы к задаче оптимизации интеграла Шоке в современных исследованиях.

До настоящего времени основная часть исследований по оптимизации интеграла Шоке была посвящена решению многокритериальных версий задач комбинаторной оптимизации. Так, например, в статье Галанда Л. и его коллег [11] рассматриваются задачи минимального покрывающего дерева в поисках кратчайшего пути в графах, где каждое ребро имеет несколько весов. Получающееся в результате дерево (путь) таким образом характеризуется некоторым вектором. Для того, чтобы выбрать из различных вариантов наилучший, авторы предлагают использовать интеграл Шоке для агрегации таких векторов в интегральные оценки. Таким образом, задача формулируется как задача минимизации интеграла Шоке на дискретном множестве. Авторы предлагают метод ветвей и границ, где верхняя грань вычисляется с помощью следующего свойства:

$$C(v, f) \leq (p, f), p \in \text{Core}(\bar{v})$$

где $C(v, f)$ — интеграл Шоке по некоторой емкости $v, f = \{f_1, \dots, f_n\}$ — функции весов, \bar{v} — емкость,

сопряженная к v , то есть $\bar{v}(A) = 1 - v\left(\frac{N}{A}\right), \forall A \subset N$, и $\text{Core}(\bar{v})$ — ядро, которое (как уже было упомянуто ранее) определяется как множество вероятностей p таких, что $p(A) \geq v(A), \forall A \in 2^N, p(N) = v(N)$.

Авторы рассматривают только случай 2-чередующейся (субмодулярной) емкости (т.е. $v(A \cup B) + v(A \cap B) \leq v(A) + v(B) \forall A, B \subset N$).

Расширение данного подхода было предложено Дюбуа Д. [12], где авторами представлен метод вычисления нижней границы без введения предположения о субмодулярности емкости и продемонстрировано его применение к многокритериальной задаче о кратчайшем пути в графе. Еще одно приложение интеграла Шоке в задачах комбинаторной оптимизации было представлено в работе [13]. Авторами решается задача программирования в ограничениях. Анализируемая проблема содержит три критерия, агрегация которых производится с помощью интеграла Шоке. Целью задачи является нахождение подмножества допустимого множества, на котором значение интеграла лежит в некотором заданном варианте:

$$C(v, f(z)) \in [y, y^h]$$

Интересен подход М. Тимонина к рассмотрению задачи максимизации интеграла Шоке без предположений о характере емкости и для произвольных вогнутых функций ценности, а также к задаче робастного программирования для случая, когда предпочтения лиц, принимающих решения, не позволяют однозначно определить выбор. [14]

Авторский метод поиска экстремальных значений интеграла Шоке и его применение в задачах принятия решений.

Фундаментальным вопросом теории экономики активного коннекта является задача построения корректного отображения бинарных отношений (т.н. «предпочтений») при выборе инновационных ресурсов предприятия на некотором абстрактном множестве объектов инноваций между элементами множества R . Математически данная задача может быть сформулирована как задача построения гомоморфизма между структурой, состоящей из абстрактного множества X и некоторого числа отношений на этом множестве, и структурой, состоящей из подмножества множества действительных чисел R , и привычных отношений, таких как «+» и др. Решение данной проблемы опирается на два основных класса теорем. Утверждения теорем представимости связывают определенные фундаментальные характеристики исходной структуры с принципиальной возможностью построения гомоморфизма. Утверждения теорем единственности описывают множество гомоморфизмов, связывающих характеризованную аксиомами структуру $\langle X, \geq, \dots \rangle$ с одной и той же структурой $\langle R, \geq, \dots \rangle$.

Важным классом задач принятия решений являются задачи принятия решений по сбалансированному распределению инновационных ресурсов между объектами инноваций в условиях неопределенности инновационной деятельности промышленных предприятий.

В ряде работ, опубликованных в 30–50 годах прошлого века, дается достаточно точный ответ на этот вопрос. Если предпочтения менеджеров предприятия, принимающих решения, согласуются с рядом фундаментальных свойств (аксиом), то возможно отображение этих предпочтений с помощью так называемой ожидаемой полезности (т.е. аддитивной модели).

Введем формальное определение задачи принятия решений в условиях неопределенности, которым будем называть «ансамбль» (S, X, F, \geq) , где S — множество состояний баланса инновационных ресурсов между объектами инноваций; X — множество исходов выбора объектов инноваций; F — множество действий функции из S на X ; \geq — отношение предпочтения на F .

Таким образом, при условии, что предпочтения менеджеров, принимающих решения устранения диспаритетности баланса распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций характеризуются «ансамблем», решение принимается так, как если бы существовало некоторое вероятностное распределение или субъективная вероятность, описывающее насколько возможно возникновение того или иного исхода, а наиболее предпочтительное решение при этом максимизирует ожидаемую полезность.

Вторым классом задач принятия решений данного характера являются многокритериальные задачи. Первым этапом является отбор объектов инноваций на основе Парето-оптимальности, то есть их поиск с недоминированными векторами оценок. Содержание данного этапа нами было рассмотрено в ранее опубликованных работах.

Многокритериальной задачей принятия решения будем называть «ансамбль» (N, X, \geq) , где N — множество критериев параметризации баланса распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций; $X_i, i \in N$ — множество значений критериев; $X = \prod X_i, i \in N$ — множество «альтернатив» выбора объектов инноваций; \geq — отношение предпочтения выбора инновационных ресурсов на X .

Теперь становится возможным привести теорему, характеризующую модель с аддитивной функцией ценности для случая не менее трех критериев:

$$x \geq y \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n v_i(x_i) \geq \sum_{i=1}^n v_i(y_i) \quad (1)$$

Частным случаем аддитивной модели является взвешенное арифметическое среднее:

$$x \geq y \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n w_i x_i \geq \sum_{i=1}^n w_i y_i \quad (2)$$

Неоспоримым преимуществом аддитивной модели является ее простота. В статье американского ученого Саваж Л. [15] впервые была предложена аксиоматизация принятия решений в условиях неопределенности, предпочтения, согласующиеся с упомянутыми аксиомами были

названы рациональным поведением. Такая характеристика вызвала значительную критику, одним из наиболее известных примеров которой является так называемый парадокс Эллсберга Д. [16].

В многокритериальных задачах можно говорить о «взаимодействии» критериев: взаимодополнении, взаимозамещении, корреляции и т.д. В то же время, в задачах принятия решений в условиях неопределенности, нарушение аксиомы независимости могут появляться в задачах, характеризующихся недостаточной информацией, например, в случаях, когда возможное развитие событий описывается не одним, а несколькими возможными вероятностными распределениями.

Для разрешения проблем, связанных с интенциональными условиями аксиомы независимости, Шмейдлер Д. [17] предложил ослабить аксиоматику аддитивной модели, заменив независимость на так называемую комонотонную независимость, которая имеет следующий вид:

$$f \geq g \Leftrightarrow (C) \int_S u(f) dv \geq (C) \int_S u(g) dv \quad (3)$$

где $(C) \int_S u(f) dv$ — интеграл Шоке, а дискретным интегралом Шоке является:

$$C(v, (g_1, \dots, g_n)) = \sum_{i=1}^n (g_{(i)} - g_{(i-1)}) v(i | G(i) \geq g_{(i)}) \quad (4)$$

Данная модель является непосредственным обобщением аддитивной модели. С одной стороны, присутствие независимости подразумевает также и комонотонную независимость, а с другой — вероятность является частным случаем аддитивной емкости, а интеграл Шоке в данном случае совпадает с интегралом Лебега.

Результаты, полученные Шмейдлером Д., позволили получить средства для решения проблем, моделирование которых в рамках классических моделей было невозможным. Таким образом, был расширен сам язык моделирования задач принятия решений. В частности, неотображаемый в аддитивных моделях феномен «уклонения от неопределенности» возможно смоделировать с помощью интеграла Шоке.

Интеграл Шоке стал применяться также и в многокритериальных задачах принятия решений, а в последние годы получает все более широкое распространение. Также как и в случае с задачами принятия решений в условиях неопределенности, и даже в многокритериальных задачах интеграл Шоке позволил существенно расширить язык моделирования предпочтений менеджеров промышленных предприятий, принимающих решения по оптимизации распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

Отсутствие аддитивности при моделировании процесса оптимизации распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций несколько затрудняет анализ в интерпретации модели. Вместо «весов» критериев, т.е. значений меры на единичных элементах, в неад-

дитивном случае необходимо также учитывать все подмножества множества N , в которые входит интересующий нас критерий. Для проведения такого анализа, как правило, применяется широко известный в теории кооперативных игр вектор Шепли. Значения вектора Шепли лежат в интервале $[0,1]$, а сумма всех значений равняется 1. Для анализа взаимодействия критериев индекс Шепли был обобщен на подмножества N произвольного размера и получил название индекса взаимодействия.

В таких условиях естественным критерием в многокритериальных задачах является Парето-доминирование: если некоторый элемент множества решений имеет значения по всем критериям не худшие, чем у некоторого другого элемента и превосходит его хотя бы по одному, то первый элемент является более предпочтительным. Аддитивные модели обеспечивают выполнение данного свойства. Однако, в неаддитивных моделях, учитывающих взаимодействие между критериями, может возникнуть ситуация, при которой два элемента будут иметь равную оценку, при том, что один из них Парето-доминирует.

В результате исследования выявлены несколько методов, позволяющих обеспечить соблюдение принципа Парето-доминирования при использовании интеграла Шоке:

— выбрать из множества оптимальных вариантов распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций Парето-оптимальный. Поскольку $g \rightarrow C(v, f) \geq C(v, g)$, то среди максимизаторов $C(v, f), f \in X_0$ всегда найдется Парето-оптимальное решение.

— установить X_0 равным множеству Парето-оптимальных точек, то есть задача максимизации интеграла Шоке будет являться задачей уточнения решения среди Парето-оптимальных вариантов. Во многих прикладных задачах, такой переход может быть осуществлен сравнительно легко. Например, в задаче с ограничением распределения инновационных ресурсов предприятия между

объектами инноваций $\sum_{i \in N} z_i \leq B$ достаточно перейти к множеству $\sum_{i \in N} z_i = B$.

— уточнение емкости «ансамбля». Для случая, когда предпочтения менеджеров предприятия удовлетворяет не одна, а несколько емкостей, предложены методы, которые позволяют уточнить емкость «ансамбля», с тем, чтобы Парето-доминирование соблюдалось как можно сильнее.

Выводы:

1. Независимость бинарных отношений инновационных ресурсов и объектов инноваций не выполняется в подавляющем большинстве практических задач по исследованию диспаритетности баланса распределения ресурсов. Ослабление данной аксиомы является необходимым условием для построения корректных моделей в задачах по принятию решений менеджерами предприятий для сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций.

2. Интеграл Шоке позволяет отражать предпочтения менеджеров предприятий, нарушающие независимость «ансамбля» альтернатив их выбора. Его применение существенно расширяет возможности решений менеджеров, являющихся как многокритериальной задачей, так и задачей принятия решений в условиях неопределенности, позволяя моделировать, с одной стороны, разнообразные виды взаимодействия между критериями параметризации баланса распределения инновационных ресурсов, а с другой, ситуации принятия решений в условиях недостаточной информации для выбора объектов инноваций с целью оптимизации баланса распределения инновационных ресурсов.

3. На сегодняшний день методы поиска экстремальных значений интеграла Шоке и их применение в задачах принятия решений недостаточно исследованы, опубликованные работы обладают существенными ограничениями. Поэтому развитие данного направления исследования и создание более эффективных методик и алгоритмов на основе интеграла Шоке перспективно как в практическом, так и в теоретическом плане.

Литература:

1. Лавриченко, О.В. Инновационные бизнесобразующие технологии как эндогенная основа инновационной системы промышленного предприятия: монография. — М.: Изд-во МосГУ «Социум», 2014. — 136 с.
2. Лавриченко, О.В. Интенциональность научной концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. — 2014. — № 4 (63). — С.565–570.
3. Lavrichenko, O.V. Foundations of the theory of the economy of the active connect [Text]: materials of the IV International scientific conference on May 25–26, 2014. — Prague, Sociosfera-CZ Publ. — P.44–54.
4. Лавриченко, О.В. Разработка математического обеспечения системы управления инновационными ресурсами промышленных предприятий // Молодой ученый. — 2014. — № 8 (67). — С.191–196.
5. Лавриченко, О.В. Научная концепция сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Научная перспектива. — 2014. — № 5 (51). — С.89–92.
6. Lavrichenko, O.V. Intentionality of the theory of economic of active connect // Paradigmata poznani. — Prague, Sociosfera-CZ.Publ. — 2014. — no.3. — P.22–28.
7. Лавриченко, О.В. Оптимизация инновационной системы предприятий в условиях сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций // Научный обозреватель. — 2014. — № 7 (43). — С.52–56.

8. Лавриченко, О. В. Учет влияния антропогенного фактора на управление инновационной системой промышленного предприятия // Научная перспектива. — 2014. — № 3 (49). — С. 116–119.
9. Лавриченко, О. В. Оптимизация распределения инновационных ресурсов предприятий между объектами инноваций методом анализа неоднородных совокупностей // Журнал научных и прикладных исследований. — 2014. — № 7. — С. 38–41.
10. Лавриченко, О. В. Функция сходства многомерных объектов и отношение Парето в оперативном управлении распределением инновационных ресурсов промышленного предприятия // Молодой ученый. — 2014. — № 12 (71). — С. 87–90.
11. Galand, L., Parny P., Spanjard O. A branch and bound algorithm for Choquet optimization in multicriteria problems // Multiple criteria decision making for sustainable energy and transportation systems. — 2010. — P. 355–365.
12. Fouchal, H., Gandibleux X., Le Huede F. Preferred solutions computed with alabal setting algorithm based on Choquet integral for multi-objective shortest paths // Symposium on computational intelligence in multicriteria decision-making. — 2011. — P. 76–78.
13. Le Huede F., Grabish M., Labrenche C., Saveaut P. MCS — a new algorithm for multicriteria optimization in constant programming // Annals of operational research. — 2006. — Vol. 147. — P. 143–174.
14. Timonin, M. Robust optimization of the Choquet integral. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011412001856> (дата обращения: 14.06.2014).
15. Savage, L. J. The theory of statistical decision // Journal of the American statistical association. — 1951. — Vol. 46. — no. 253. — P. 55–67.
16. Ellsberg, D. Risk, ambiguity and the Savage axioms // The Quarterly journal of economics. — 1961. — Vol. 75. — no. 4. — P. 643–669.
17. Dubois, D., Fargier H. Capacity refinements and their application to qualitative decision evaluation. [Электронный ресурс]. URL: http://www.dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02906-6_28 (дата обращения: 14.06.2014).

Оценка стойкости криптосистемы Эль-Гамала

Ле Ньят Зюи, кандидат физико-математических наук
Индустриальный государственный университет (г. Хошимин, Вьетнам)

В современном обществе, когда информационные технологии играют важную роль, актуальной становится проблема защиты информационных технологий от многих видов угроз или нападений, которые могут привести к потере денег или репутации и, таким образом, уничтожить бизнес. Открытый ключ криптосистемы Эль-Гамала часто используется в современных коммуникациях и системных технологиях; это один из первых определенных криптосистем с открытым ключом, обеспечивающий безопасность общения через публичные незащищенные каналы связи. Эта статья — краткое исследование стойкости криптосистемы Эль-Гамала, в ней приведены некоторые примеры нападения на схеме Эль-Гамала, а также способы избежать атак.

Ключевые слова: *криптосистема с открытым ключом, криптосистема Эль-Гамала, стойкость алгоритма.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Термин «информационная безопасность» является одним из основных понятий и включает в себя много компонентов, таких как: процесс, передача, хранение или изменение информации. Для слаженной работы всех перечисленных компонентов необходимы подходящие технологии и системы безопасности, отвечающие потребностям и требованиям безопасной работы.

Многие системы безопасности (например, протокола безопасности, алгоритмы или приложения) были разработаны на основе стандартов, которые в основном были предложены известными организациями (IAB, IETF

и т.д.), чтобы обеспечить совместную и слаженную работу в функционировании таких систем и реализовать наши потребности в области безопасности в использовании информационных технологий.

Потребность в безопасности и желание ее обеспечить не могут быть реализованы с помощью только одного механизма, однако мы можем отметить, что в основе многих механизмов безопасности лежит основная наука, называемая криптографией (наукой о шифровании и дешифровании данных).

Шифрование позволяет пользователям безопасно хранить конфиденциальную информацию или передавать ее через небезопасные сети, так что она не может быть про-

читана никем, кроме предполагаемого получателя. С помощью такого мощного инструмента как шифрование мы получаем конфиденциальность, подлинность, целостность и ограниченный доступ к данным.

В криптографии различают частные ключевые криптографические системы и ключевые криптографические системы с общественностью. Секретный ключ криптографии, также известный как секретный ключ или симметричный ключ шифрования, имеет давнюю историю, и основан он на использовании одного ключа для шифрования и дешифрования. Многие развитые современные частные ключевые криптографические системы основаны на Feistel шифре (например, национальный стандарт шифрования США (DES), шифр (стандарт) DES с трёхкратным шифрованием (3DES), новый национальный стандарт шифрования США (AES), *международный алгоритм шифрования данных* (IDEA), Blowfish, RC5, CAST и т.д.

В 1976 г. Диффи и Хеллман опубликовали документ, описывающий новую концепцию с открытым ключом, основанную на использовании двух ключей (открытого и закрытого). С помощью новой концепции мы можем решать многие проблемы (например, ключевую проблему обмена) в криптографии. С тех пор было изобретено много систем открытых ключей шифрования (например, RSA, ElGamal, обмена ключами Диффи-Хеллмана, эллиптических кривых и т.д.).

Безопасность баз данных, основанная на использовании открытого ключа криптосистемы, обнаруживает трудности некоторых математических задач теории чисел (например, проблему дискретного логарифма над конечными полями и эллиптическими кривыми, задачи факторизации целых чисел или Диффи-Хеллмана и т.д.).

Протокол Диффи-Хеллмана отлично противостоит пассивному нападению, но в случае реализации атаки «человек в центре» он не устоит [5, 6]. Схема Эль-Гамала была предложена Тахером Эль-Гамалем в 1984 году. Эль-Гамаль разработал один из вариантов алгоритма Диффи-Хеллмана. Он усовершенствовал систему Диффи-Хеллмана и получил два алгоритма, которые использовались для шифрования и для обеспечения аутентификации. В отличие от RSA алгоритм Эль-Гамала не был запатентован и, поэтому, стал более дешевой альтернативой, так как не требовалась оплата взносов за лицензию. Считается, что алгоритм попадает под действие патента Диффи-Хеллмана. Алгоритм Эль-Гамала нашел применение в нашумевшей системе Pretty good privacy (PGP), где с помощью него осуществляется управление ключами. Использовался алгоритм цифровой подписи DSA, разработанный NIST (Национальный институт стандартов и технологий) и являющийся частью стандарта DSS (Национальный стандарт ЭЦП США).

Для данной работы была выбрана криптосистема Эль-Гамала и на её основе исследована стойкости криптосистемы Эль-Гамала, некоторые нападения на схеме Эль-Гамала, чтобы избежать атак.

2. КРИПТОСИСТЕМЫ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ

Рассмотрим алгоритм Эль-Гамала [1, 2], использующийся для передачи секретных сообщений по открытым каналам с использованием открытого ключа.

Выбирается простое число p и два случайных числа g и x ($g, x < p$), степени которого по модулю p порождают большое число элементов Z_p . Вычисляется

$$y = g^x \bmod p$$

Числа y, g, p — публикуются как открытый ключ, x — сохраняется как секретный ключ.

Предположим, что пользователь В желает послать сообщение m пользователю А. Для того, чтобы зашифровать сообщение m выбирается случайное число k , взаимно простое с числом p , т.е. $\text{НОД}(k, p) = 1$.

Затем, В вычисляет

$$a = g^k \bmod p,$$

$$b = y^k m \pmod{p},$$

$$\text{или } b = m \oplus (y^k \bmod p)$$

где \oplus обозначает побитовое «исключающее ИЛИ».

Пара чисел (a, b) образует криптотекст. В посылает А пару (a, b) .

Для расшифрования сообщения пользователь А вычисляет

$$m = \frac{b}{a^x} \pmod{p},$$

$$\text{или } m = (a^x \bmod p) \oplus b$$

Поскольку

$$a^x = g^{kx} \bmod p,$$

$$\frac{b}{a^x} = \frac{y^k m}{a^x} = \frac{g^{xk} m}{g^{kx}} = m,$$

этот протокол можно использовать для передачи сообщений.

3. СТОЙКОСТЬ АЛГОРИТМА

Стойкость схемы Эль-Гамала основана на (гипотетической) сложности задачи дискретного логарифмирования по основанию g . Однако стойкость этой схемы в предположении сложности дискретного логарифмирования по основанию g пока не доказана. Очевидно, что это предположение необходимо для стойкости схемы Эль-Гамала, так как в противном случае противник сможет полностью раскрыть схему, вычислив секретный ключ по известному открытому.

Укажем некоторые определенные недостатки в схеме Эль-Гамала:

Отсутствие семантической стойкости: $b = y^k m \pmod{p}$ будет квадратичным вычетом, тогда и только тогда само сообщение m будет квадратичным вычетом. Итак, если хакер имеет зашифрованный текст и открытый ключ, то он может получать некоторую информацию об исходном тексте.

Делимость шифра: если дан зашифрованный текст (a, b) , то можно получить другой зашифрованный текст, изменив

только вторую часть сообщения. В самом деле, умножив b на g^u ($u \neq 0$), получим шифртекст для другого сообщения $m' = m \cdot g^u$.

Для защиты от недостатков схемы Эль-Гамала, Шнорром и Якобссоном было предложено объединить схему шифрования Эль-Гамала с цифровой подписью Шнора, что позволяет не только шифровать сообщение, но и аутентифицировать его.

Литература:

1. Алферов А. П., Зубов А. Ю., Кузьмин А. С., Черемушкин А. В. Основы криптографии. 3-е изд., испр. и доп. — М.: Гелиос АРБ. 2005.
2. Баричев Б. Б., Гончаров В. В., Серов Р. Е. Основы современной криптографии. М.: Горячая линия-Телеком, 2011.
3. Болотов А. А., Гашков С. Б., Фролов А. Б., Часовских А. А. Алгоритмические основы эллиптической криптографии. М. Мэи. 2000.
4. Прасолов В. В., Соловьев Ю. П. Эллиптические функции и алгебраические уравнения. М.: Факториал. 1977.
5. Яковлев А. В., Безбогов А. А., Родин В. В., Шамкин В. Н. Криптографическая защита информации. Издательство ТГТУ. 2006.
6. William Stallings. Cryptography and Network Security Principles and Practice. Prentice Hall. 2011.

Моделирование физических процессов

Щепотьева Юлия Григорьевна, студент;
Валиева Эльвина Ильшатовна, студент
Бирский филиал Башкирского государственного университета

Человек издавна использует моделирование для исследования объектов, процессов, явлений в различных областях. Результаты этих исследований служат для определения и улучшения характеристик реальных объектов и процессов; для понимания сути явлений и выработки умения приспосабливаться или управлять ими; для конструирования новых объектов или модернизации старых. Моделирование помогает человеку принимать обоснованные и продуманные решения, предвидеть последствия своей деятельности. [1]

Физика, как учебная дисциплина, предоставляет наиболее широкий спектр применения ЭВТ в качестве средства обучения. Это моделирование физических процессов (демонстрационное и лабораторное), обучающие системы, компьютерный контроль, тренажеры, генераторы индивидуальных заданий при решении задач. Также это могут быть справочно-информационные системы, системы управления экспериментом и, наконец, проведение различных расчетов (в частности, при обработке результатов лабораторного практикума). [2]

Использование компьютера как инструмента учебной деятельности дает возможность переосмыслить традиционные подходы к изучению многих вопросов естественнонаучных дисциплин, усилить экспериментальную деятельность, приблизить процесс обучения к реальному процессу познания, основанному на технологии моделирования. [3]

Решение задач из различных областей деятельности человека на компьютере базируются не только на знаниях технологии моделирования, но, естественно, и на знаниях данной предметной области. Создание компьютерных моделей физических явлений и процессов является одной из эффективных форм реализации практической и исследовательской деятельности учащихся.

Рассмотрим моделирование построения изображения в собирающей и рассеивающей линзе.

Собирающая линза. В средней части толще и отклоняет лучи к оптической оси, если показатель преломления линзы больше показателя преломления среды (рис. 1).

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (1)$$

находим расстояние от предмета до линзы:

$$d = \frac{Ff}{f - F} \quad (2)$$

расстояние от линзы до изображения:

$$f = \frac{Fd}{d - F} \quad (3)$$

здесь d — расстояние от предмета до линзы;
 f — расстояние от линзы до изображения

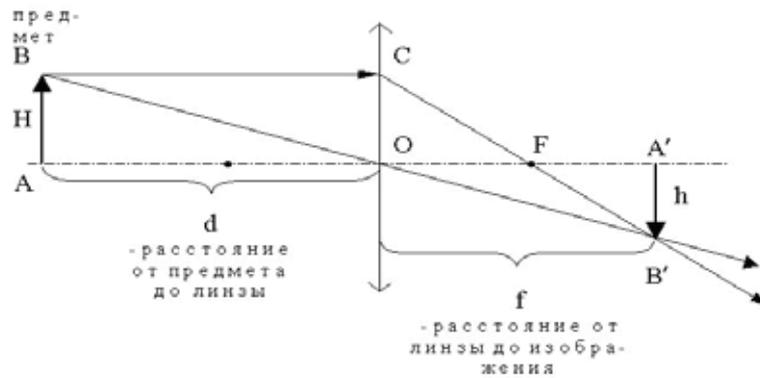


Рис. 1. Собирающая линза

F — фокус

Для нахождения высоты изображения используем формулу (1), выразим из нее h .

$$h = \frac{Hf}{d} \quad (4)$$

где H — высота предмета,

d — расстояние от линзы до предмета,

f — расстояние от линзы до изображения.

Таким образом, что бы найти расстояние от линзы до изображения необходимо воспользоваться формулой (3), а для нахождения высоты изображения формулой (4).

Рассеивающая линза (рис. 2). Формулу рассеивающей линзы можно получить из формулы (1). Для этого условимся считать положительными величины d (от предмета до линзы), f (от линзы до изображения) и F (от линзы до фокуса), если они направлены в сторону падающих лучей. Тогда в формуле (1) для собирающей линзы все члены положительны, для рассеивающей — расстояние от предмета до линзы положительно, $d > 0$, а расстояния от линзы до изображения и до фокуса отрицательны ($f < 0$, $F < 0$). Если перейти к абсолютным значениям расстояний, то получим

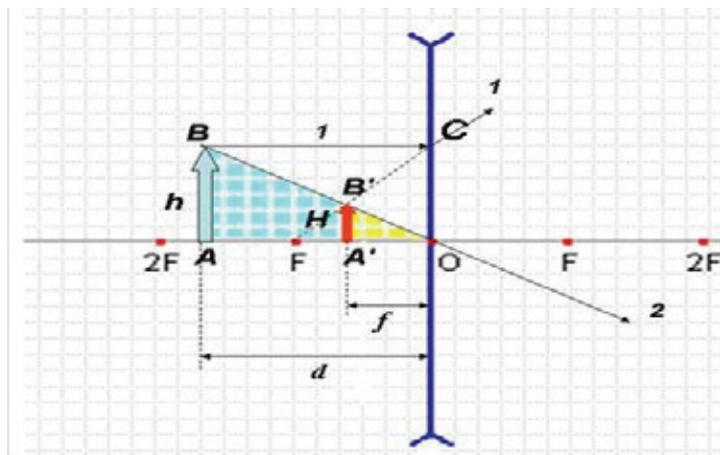


Рис. 2. Рассеивающая линза

Для начало в переменные d , $h1$, $f1$ считываем данные из соответствующих Edit, при этом переводим значения из строковых величин в числовые.

```
d:=strtoint(edit1.Text);
```

Очищаем Image1 для этого свойству Picture присваиваем пустую ссылку

```
image1.Picture:=nil;
```

Находим середину Image

```
x0:=image1.width div 2;
```

```
y0:=image1.height div 2;
```

Для рисования оси Ox устанавливаем у карандаша цвет серый и толщину пера 2.

```
Pen.Color:=clSilver;
```

```
Pen.Width:=2;
```

С помощью процедур MoveTo и LineTo строим ось Ox

```
MoveTo(10, y0); LineTo(2*x0-10, y0);
```

Далее меняем цвет пера на синий и строим линзу в зависимости от выбранной линзы: рассеивающую и собирающую.

```
Pen.Color:=clBlue;
```

```

if radiogroup1.ItemIndex =0 then
with image1.Canvas do
begin
MoveTo (x0, 20); LineTo (x0, 2*y0-20);
MoveTo (x0, 20); LineTo (x0-5, 10);
MoveTo (x0, 20); LineTo (x0+5, 10);
MoveTo (x0, 2*y0-20); LineTo (x0+5,2*y0-10);
MoveTo (x0, 2*y0-20); LineTo (x0-5,2*y0-10);
end
else begin
with image1.Canvas do
begin
MoveTo (x0, 10); LineTo (x0, 2*y0-10);
MoveTo (x0, 10); LineTo (x0-5, 20);
MoveTo (x0, 10); LineTo (x0+5, 20);
MoveTo (x0, 2*y0-10); LineTo (x0+5,2*y0-20);
MoveTo (x0, 2*y0-10); LineTo (x0-5,2*y0-20);
end;

```

После построения линзы строим 2 луч. Первый луч проходит через вершину объекта и параллелен оси Ох, второй луч проходит через вершину объекта и центр линзы.

```

MoveTo (x0-d, y0-h1); LineTo (x0-1, y0-h1);
MoveTo (x0-5, y0-h1-3); LineTo (x0-1, y0-h1);
MoveTo (x0-5, y0-h1+3); LineTo (x0, y0-h1);
MoveTo (x0-d, y0-h1); LineTo (x0+d, y0+h1);
MoveTo (x0+d, y0+h1); LineTo (x0+d-2, y0+h1-7);
MoveTo (x0+d, y0+h1); LineTo (x0+d-7, y0+h1+1);

```

И строим луч, проходящий через фокус и точку пересечения луча параллельного оси Ох и линзы. При этом стиль линий меняем на штрихпунктирный

```

pen.Style:=psDot;
MoveTo (x0-f1, y0); LineTo (x0, y0-h1);
pen.Style:=psSolid;

```

```

MoveTo (x0, y0-h1); LineTo (x0+f1 div 4, y0-h1-h1 div 4);
MoveTo (x0+f1 div 4, y0-h1-h1 div 4);
LineTo (x0+f1 div 4-7, y0-h1-h1 div 4+2);
MoveTo (x0+f1 div 4, y0-h1-h1 div 4);
LineTo (x0+f1 div 4-2, y0-h1-h1 div 4+7);

```

Далее строим объект в виде стрелочки, и заливаем его синим цветом.

```

MoveTo (x0-d+3, y0); LineTo (x0-d+3, y0-h1+6);
MoveTo (x0-d-3, y0); LineTo (x0-d-3, y0-h1+6);
MoveTo (x0-d+3, y0-h1+6); LineTo (x0-d+7, y0-h1+6);
MoveTo (x0-d-3, y0-h1+6); LineTo (x0-d-7, y0-h1+6);
MoveTo (x0-d-7, y0-h1+6); LineTo (x0-d, y0-h1);
MoveTo (x0-d+7, y0-h1+6); LineTo (x0-d, y0-h1);
MoveTo (x0-d-3, y0); LineTo (x0-d+3, y0);
Brush.Color:=clBlue;
FloodFill (x0-d, y0-5, clBlack, fsBorder);

```

Для построения изображения вначале находим высоту изображения и расстояние до него от линзы.

```

f2:=round (1/ (1/d+1/f1));
h2:=round (h1*f2/d);

```

После этого строим изображение и закрашиваем его красным цветом

```

MoveTo (x0-f2+3, y0); LineTo (x0-f2+3, y0-h2+4);
LineTo (x0-f2+5, y0-h2+4);
LineTo (x0-f2, y0-h2);
MoveTo (x0-f2-3, y0); LineTo (x0-f2-3, y0-h2+4);
LineTo (x0-f2-5, y0-h2+4);
LineTo (x0-f2, y0-h2);
MoveTo (x0-f2-3, y0); LineTo (x0-f2+3, y0);
Brush.Color:=clRed;
FloodFill (x0-f2, y0-5, clBlack, fsBorder);

```

Построения изображения для рассеивающей линзы происходит аналогичным образом.

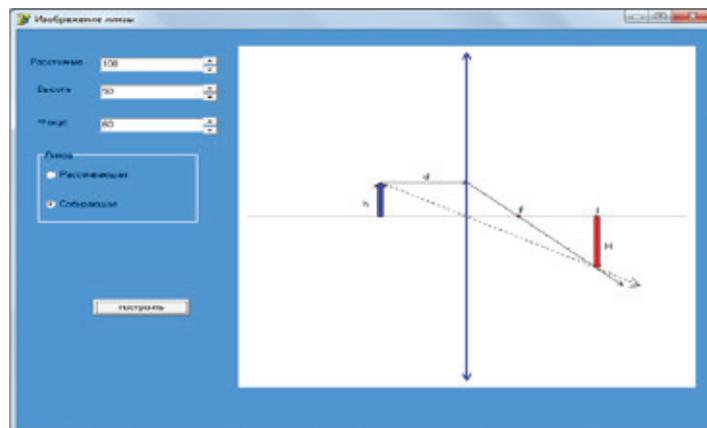


Рис. 3. Интерфейс приложения для изображения в тонкой линзе

Литература:

1. Особенности компьютерного моделирования. (http://life-prog.ru/1_14515_особенности-kompyuternogo-modelirovaniya.html)

2. Ахметов, А. К., Калманова Д. М., Мендалиева Ш. О. «Компьютерное моделирование физических процессов». (http://www.rusnauka.com/14_NPRT_2011/Informatica/3_87168.doc.htm)
3. Компьютерное моделирование и реальный эксперимент на уроках физики как повышение мотивации к изучению предмета. (<http://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2012/01/28/kompyuternoe-modelirovanie-i-realnyy-eksperiment-na-urokakh-fiziki>)

2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Исследование межчелюстного давления на основе решеток Брэгга

Галимуллина Лейсан Рустемовна, магистр

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева

Важность разработки данного устройства обусловлена тем, что установленные на зубах волоконно-оптические датчики имеют малые габариты, отсутствие необходимости в электрической энергии, высокое быстродействие, нечувствительность к электромагнитным помехам, диэлектрические свойства. Таким образом, появляется возможность отслеживания деформации челюсти по датчикам через беспроводной канал передачи.

Недостатки имеющихся измерителей давления заключается в неточности измерений и опасности травмирования слизистых оболочек полости рта. [1]

Многие учёные работали над установлением постоянных величин для определения жевательного давления зубов. С этой целью применяли сравнительную методику измерения жевательного давления. Приняв жевательное давление самого слабого зуба, т.е. бокового резца, за единицу измерения, они сравнивали с ним жевательное давление остальных зубов. При этом получились величины, которые могут быть названы константами. [4]

Отдельными приёмами исправления неправильного положения зубов пользовались ещё в глубокой древности. Для этой цели применяли давление пальцами, лигатурное связывание, а также широкие металлические полоски с отверстиями, которые укреплялись во рту: своим давлением и тягой такие полоски воздействовали на неправильно стоящие зубы. [2]

С развитием науки и техники совершенствовались старые ортодонтические аппараты и появился ряд новых,

успешно применяемых ортодонтами при лечении зубочелюстных аномалий у взрослых пациентов и детей. [3]

Изобретение может быть использовано для повышения скорости и точности измерений деформации устройством на основе квазираспределённых волоконно-оптических датчиков на брэгговских решетках.

Этот вид датчиков не требует электропитания, чувствительная зона датчика по существу совмещена с волоконно-оптическими линиями передачи измерительной информации. Устройство измерения работает следующим образом.

Измерительное устройство, представленное на рис.1., на основе квазираспределённых волоконно-оптических датчиков на брэгговских решетках содержит непрерывный широкополосный источник излучения в виде суперлюминесцентного диода, оптически соединённый с циркулятором. Циркулятор направляет свет, входящий в порт 1 на порт 3 и свет, входящий в порт 3 на порт 4. В этом случае решетка отражает требуемую длину волны, которая потом попадает на порт 4. Выходы фотоприёмного устройства с помощью беспроводного канала связи соединен со входом аналого-цифрового преобразователя (АЦП), который преобразовав данные отправляет на вычислительное устройство. отраженный от датчиков Брэгга.

В качестве источника излучения со спектром излучения, огибающая которого модулирована по амплитуде, может быть использован суперлюминесцентный диод (СЛД), грани кристалла которого имеют коэффициент от-



Рис.1. Структурная схема устройства

ражения, обеспечивающий заданную глубину модуляции по амплитуде огибающей спектра излучения суперлюминесцентного диода.

Принцип работы такого устройства основан на изменении сдвига резонансных длин волн излучения, отраженного от набора датчиков Брэгга. То есть каждый датчик Брэгга отражает излучение в узком спектральном диапазоне в окрестности резонансной длины волны, значение которой линейно связано с оптической длиной решетки Брэгга. Измерение спектра производится путем сканирования спектра при помощи циркулятора. Фотоприемник регистрирует спектр отраженных сигналов от датчиков обеих решёток Брэгга. Оптическая схема датчика показана на рис.2.

Если все мышцы челюстей одновременно сокращаются, то сила сжатия зубов может достигать 25 кг для резцов или 90,7 кг для моляров (коренных зубов). Так как, само устройство находится на верхней челюсти и во время сжатия челюстей происходит постепенное увеличение ве-

личины деформирующего усилия в диапазоне от 0 до 50 кг силы на верхнюю челюсть.

При прохождении света по оптоволокну происходит его частичное отражение от неоднородностей в сердечнике оптоволокну, т.е. от Брэгговской решетки.

В нашей работе использовано подключение двух клиентов в режиме точка-точка (Ad-hoc), когда точка доступа не используется, а клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров «напрямую». Точка доступа передаёт свой идентификатор сети (SSID) с помощью специальных сигнальных пакетов на скорости 0,1 Мбит/с каждые 100 мс.

Сам модуль мы будем устанавливать на ФПУ и сразу как ФПУ зарегистрирует полученный сигнал, передаст по беспроводному каналу на АЦП, а тот, в свою очередь, на ПК ортодонта. Уже по результатам полученной информации ортодонт может судить об интенсивности оказания межчелюстного давления. Функциональная схема канала сбора информации представлена на рис.4.

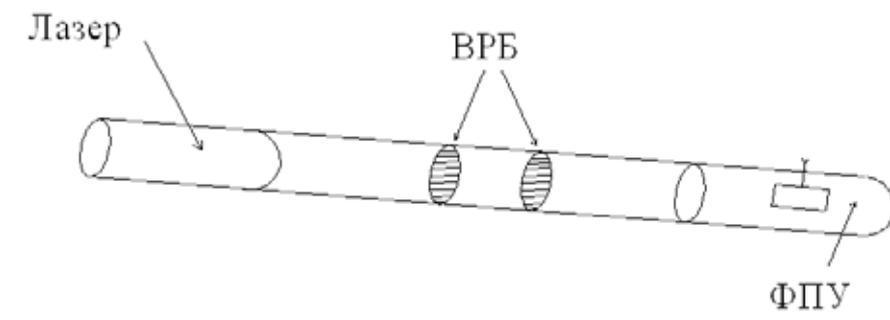


Рис. 2. Оптическая схема датчика

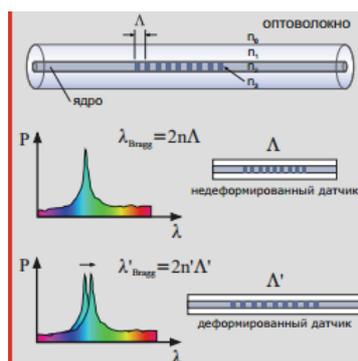


Рис. 3. Принцип работы решёток Брэгга

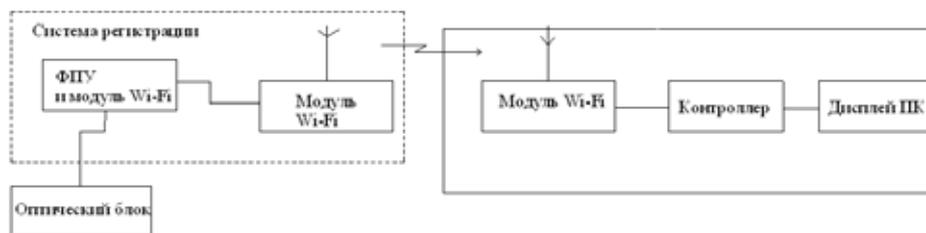


Рис. 4. Функциональная схема канала сбора информации

Для любого типа беспроводной связи передаваемый сигнал рассеивается по мере его распространения в пространстве. Следовательно, мощность сигнала, принимаемого антенной, будет уменьшаться по мере удаления от передающей антенны. Данный тип затухания называют потерями в свободном пространстве и вычисляют через отношение мощности излученного сигнала к мощности полученного сигнала.

$$\frac{P_t}{P} = \frac{(4\pi)^2 d^2}{G_t G_r \lambda^2},$$

где P_t — мощность сигнала передающей антенны; P_r — мощность сигнала, поступающего на антенну приемника; λ — длина волны несущей; d — расстояние, пройденное сигналом между двумя антеннами; G_t — коэффициент усиления передающей антенны; G_r — коэффициент усиления антенны приемника.

Формула расчета дальности связи:

$$FSL = 33 + 20(\log F + \log D),$$

где FSL (Free Space Loss) — потери в свободном пространстве (дБ); F — центральная частота канала, на котором работает система связи (МГц); D — расстояние между двумя точками (км). FSL определяется суммарным усилением системы.

Учитывая возможные факторы, отрицательно влияющие на дальность связи, такие как:

- температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика;
- всевозможные атмосферные явления: туман, снег, дождь;
- рассогласование антенны, приемника, передатчика с антенно-фидерным трактом.

Полученные результаты расчётов приведены на рис.5.



Рис. 5. Данные расчёта беспроводного канала

Литература:

1. Исследовано в России [Электронный ресурс] — Режим доступа: www.optolex.ru
2. Бетельман, А. И. Ортопедическая стоматология/А. И. Бетельман. — Москва: Медицина, 1965. — 54–56 с.
3. Копейкин, В. Н., Демнер Л. М. Зубопротезная техника/ В. Н. Копейкин, Л. М. Демнер. — М.: Медицина, 1985. — 343 с.
4. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://medbe.ru/materials>

Сельскохозяйственный робот для посадки семян

Петров Алексей Михайлович, преподаватель
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Турышев Иван Васильевич, студент;
Семейкин Артем Сергеевич, студент.
Тюменский лесотехнический техникум

В статье рассматривается возможность роботизации технологического процесса посадки семян, с привлечением техники минимальных размеров и без прямого участия человека.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельскохозяйственный робот, робототехника, управление, оптимизация.

Каждый год на развитие рынка робототехники выделяется 5–6 миллиардов долларов, и эта цифра постоянно растет. Видимо, век накопления знаний и теоретической науки сменяется новой эпохой — когда всевозможные роботы и механизмы заполняют мир.

По последним данным, сегодня в мире работают 1,8 млн. самых различных роботов — промышленных, домашних, роботов-игрушек [1].

Робот — это электромеханическое, пневматическое, гидравлическое устройство, программа, либо их комбинация, работающая без участия человека и выполняющие действия, обычно осуществляемые человеком. Роботы могут быть применимы и применяются во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в сельском хозяйстве. Поэтому, преследуемая авторами цель заключается в сборке мобильного, сельскохозяйственного робота, функцией которого была бы посадка семян на небольшой площади.

Для осуществления данной цели, необходимо пройти ряд этапов, которые нужно пройти при проектировании любого робота [2]. Первым этапом является процедура планирования сельскохозяйственного робота.

Организация процедуры планирования и координации является чрезвычайно важной для робота, так как она оказывает существенное влияние на используемые методы управления.

Этот метод организации предполагает наличие центральной системы управления, которая планирует действия всех подсистем и затем координирует их вза-

имодействие в процессе исполнения в соответствии с предварительно разработанным планом. Центральная система управления (ЦСУ) передает подсистеме задание, исполнение которого не требует какой-либо координации между подсистемами. Результат исполнения возвращается в ЦСУ. В зависимости от присланного результата ЦСУ посылает подсистеме следующее задание, и далее процесс повторяется. Заметим, что физически ЦСУ может быть реализована либо как отдельное устройство, либо на базе системы управления одной из компонент МРС [3].

Наиболее оптимальным, учитывая поставленные нами задачи является распределенный способ управления. При таком способе организации управления отсутствует центральная система, и процессы планирования заданий и координация в процессе исполнения реализуются путем обмена сообщениями между подсистемами (рис. 1). На этапе планирования осуществляется переговорный процесс, результатом которого является согласованный план исполнения задания. Реализация этого плана происходит на этапе исполнения и состоит в выполнении подзаданий и обмене результатами их исполнения. Строго говоря, при такой организации нельзя говорить об управлении распределенной системой, поскольку, в отличие от централизованной организации, отсутствует явно выраженный носитель управления, обеспечивающий требуемое поведение системы: все подсистемы являются равноправными как на этапе планирования, так на этапе исполнения.

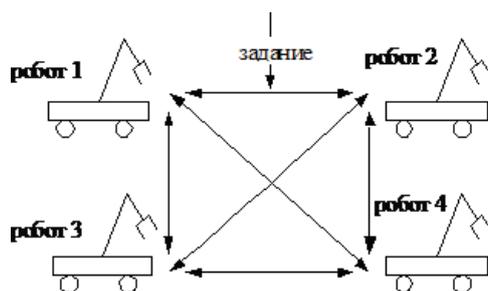


Рис. 1. Системы управления роботами

Таким образом, управление реализует иерархический способ организации системы, состоящий в частности в том, что управление является многоуровневым с явным подчинением нижних уровней (локальных систем управления) верхним. Все обмены сообщениями между подсистемами происходит не напрямую, а через верхний уровень. Распределенное управление реализует гетерархический способ организации, когда все компоненты системы равноправны и процесс планирования осуществляется параллельно всеми подсистемами.

Вторым этапом при проектировании робота является выбор архитектуры построения его «электронной начинки».

Архитектура каждой компоненты МРС (мобильной роботизированной системы) обусловлена тем набором функций, которые она должна выполнять, а именно [4]:

F1 — иметь возможность обмениваться данными либо с центральной системой управления (для централизованного способа управления), либо с локальными подсистемами (для распределенного способа).

F2 — обеспечивать процесс принятия решения или планирования (для децентрализованного управления).

F3 — обеспечить координацию с другими подсистемами на этапе исполнения спланированного задания,

F4 — исполнять соответствующие подзадания, сформированные на этапе планирования.

Функция F1 является, вообще говоря, чисто технической и ее реализация состоит в поддержке соответствующих сетевых протоколов. Обеспечение функции F2 состоит в требовании иметь в составе подсистемы базу знаний для принятия решений. Функция F3 требует наличия механизма, приводящего в действие исполнение системой соответствующих подзаданий по сигналам, поступающим от других подсистем. При этом эти сигналы не должны требовать перепланирования задания в целом (например, неуспех при выполнении подзадания одной из подсистем). Выполнение функции F4 обеспечивается нижним уровнем локальной системы управления и аппаратными средствами подсистем.

Заметим, что если локальная система является сложной в смысле введенного определения, то процесс исполнения подзадания также может включать в себя этапы планирования и координации исполнения. Например, для мобильного робота, включающего в свой состав шасси, манипулятор и систему технического зрения, подзадание в форме «переместить объект А в позицию В» может быть распланировано следующим образом: t1 — манипулятор, убрать; t2 — TV, найти А; t3 — манипулятор, сменить схват; t4 — манипулятор, взять А; t5 — манипулятор, положить в В; с соответствующей координацией между подсистемами «манипулятор» и «TV» в процессе исполнения.

Таким образом, подсистема должна включать по крайней мере следующие 4 функционально различные компоненты (2):

- коммуникатор (F1);
- планировщик (F2);
- координатор (F3);
- исполнитель (F4).

Построение процессора, являющегося основным управляющим устройством робота, можно осуществить по схеме, указанной на рисунке 2. Данная схема учитывает наличие всех необходимых радиоэлементов, преобразователей одного вида сигнала в другой, наличие контролирующих органов натяжения нити, глубины пропашки бура, и тому подобное [5].

Для подведения необходимой математической базы проектируемого робота, воспользуемся методикой расчета, взятых из книг по робототехнике и роботизации процессов. Поскольку, только грамотный подбор и расчет основных параметров может быть реализован в работающем образце на практике. За основу расчетов был взят наиболее приближенный по смыслу конструкции, и функциональности военный робот-сапер [6].

После завершения основных вычислений по конструктивному исполнению, можно приступить к непосредственной сборке модели. Для этого необходимо обозначить сам принцип работы.

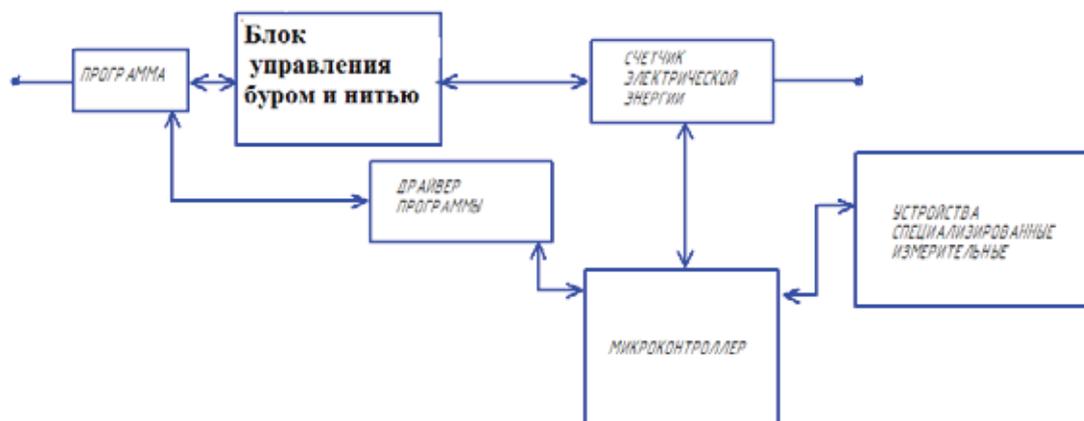


Рис. 2. Функциональная схема сельскохозяйственного робота для посадки семян

Принцип работы заключается в том, что сельскохозяйственный робот будет перемещаться, по некоей территории. Также робот будет снабжен специальным буром, к концу которого закреплена разлагающаяся в земле нить. В свою очередь, на нить с определенным шагом прикреплены семена. Таким образом, робот пробуравливая землю до определенной глубины, будет размещать в ней нить с семенами, затем идущее за нитью устройство, будет выравнивать проделанное углубление. В итоге, электронная «начинка» робота должна регулировать лишь глубину «пробурки» почвы, и скорость размещения нити в земле.

После разработки «электронной начинки» необходимо было приступить непосредственно к конструированию. Из имеющихся ресурсов были использованы:

1. Радиоуправляемая машина;
2. Металлические, конструкционные части;
3. Компактная дрель;
4. Капроновая нить;

5. Аккумуляторные батареи на 9 В;
6. Автоматический выключатель.

Устанавливая части в определенной последовательности, был разработан простейший вариант корпуса робота. Данная статья освещает научную работу, основной целью которой была заложена создание образца, который мог бы функционировать в экспериментальных условиях, где симитированы основные элементы полевой системы. А именно наличие поверхности, на которой можно проложить ленту с семенами. Причем, в данном варианте конструкции робота питание основных рабочих органов, а именно мобильной и бурильной части питались от разных источников напряжения.

Из металлического конструктора была сделана основная рама, выдерживающая нагрузку источников питания, основных схем и бура с нитью, продлили антенну, тем самым усилив радиус принимающего сигнала. В настоящее время робот управляется с пульта оператором, но можно заме-

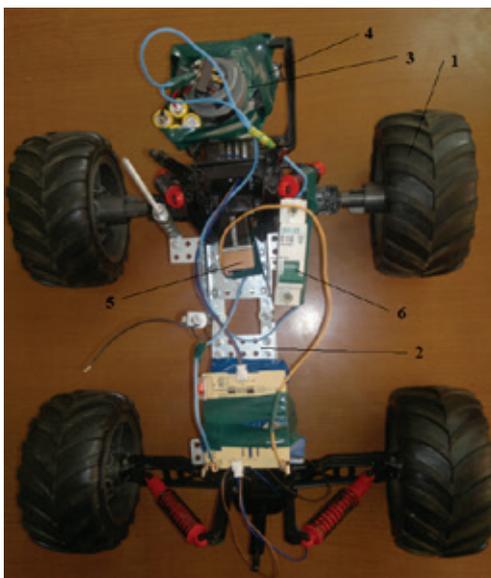


Рис. 3. Модель робота для посадки семян (вид сверху)



Рис. 4. Модель робота для посадки семян (вид сбоку)

нить оператора персональным компьютером, либо автоматической системой с беспроводной передачей данных.

В итоге проделанной работы, освещаемой в статье, можно обозначить ряд выводов:

1. Произведен анализ существующих сельскохозяйственных роботов, который показал их неразвитость в аграрном секторе, тем самым, обозначив необходимость дальнейшего исследования;

2. Проведены теоретические исследования, и создана математическая база предварительной конструкции робота с электронно-вычислительной, электрической и не-

посредственно материально стороны. Таким образом были заданы основы конструкции и информационно-управленческих алгоритмов робота;

3. Разработан алгоритм оптимизации и управления агробота, а также электрическая схема процессора, являющаяся основным элементом управления поведения робота в момент исполнения его функциональных обязанностей;

4. Собрана действующая модель агробота, применимая для модельно-экспериментальных условий технологического процесса;

Литература:

1. Советов, Б. Я., Яковлев С. А. «Робототехника». — М.: Высш. шк., 2005. — 271 с.
2. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Робототехника и мехатроника» для студентов специальности ГКСР «. 1999.
3. Погребной, В. О., Рожанковский И. В., Юрченко Ю. П. Основы информационных процессов в роботизированном производстве;
4. Письменный, Г. В., Солнцев В. И., Воротников С. А. Системы силомоментного оцувствления роботов. М.: Машиностроение, 2000
5. Воротников, С. А. Информационные устройства робототехнических систем. М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005
6. Гориневский, Д. М. Формальский А. М., Шнейдер А. Ю. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилиях. М.: Изд. фирма «Физико-математическая литература», 2001;

Кластеризация диагностических моделей и их выделение из конфигурационных наборов аппаратных архитектур реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики космического аппарата

Савкин Леонид Васильевич, аспирант

ФГУП «Научно-производственное объединение имени С.А. Лавочкина» (г. Химки, Московская обл.)

В работе рассматриваются особенности математической формализации процессов формирования диагностических моделей контролируемых и диагностируемых бортовых систем космического аппарата в реконфигурируемом вычислительном поле. Предложена математическая модель, описывающая классы диагностических моделей бортовых систем космического аппарата (КА) в виде изолированных диагностических кластеров, показывающих максимальный набор аппаратных конфигураций в реконфигурируемой системе контроля и диагностики КА.

Ключевые слова: диагностика, диагностическая модель, кластер, реконфигурация, аппаратный уровень, конфигурационная функция, аппаратная архитектура.

В предыдущих статьях [7–9] рассматривались основные особенности организации диагностического обеспечения бортовых систем космического аппарата (КА) на базе реконфигурируемых вычислительных систем, которые, в свою очередь, предлагалось практически реализовать на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) типа FPGA. При построении системы контроля и диагностики (СКД) КА было предложено использовать принцип вложенных матричных структур, что наделяло бы диагностическую модель, спо-

собностью к многоуровневой реконфигурации в процессе ее адаптации к сложным типам неисправностей и сбоев, возникающих в бортовых системах в процессе эксплуатации КА.

Целью данной небольшой заметки является необходимость указать на то, что при математической формализации процессов формирования аппаратных уровней диагностических моделей в РВП для каждой из них можно выделять своеобразный диагностический кластер, каждый из которых будет соответствовать ограниченному

числу конфигурационных наборов аппаратных архитектур для каждого класса диагностических моделей.

Пусть имеется несколько классов $r = \overline{1, R}$ диагностических моделей, которые можно записать в виде набора

$$D = \langle \mathbf{K}_1^{DM}, \mathbf{K}_2^{DM}, \dots, \mathbf{K}_R^{DM} \rangle,$$

где \mathbf{K}_r^{DM} — конфигурационная функция диагностической модели, соответствующей классу r , при этом

$$\mathbf{K}_r^{DM} = \begin{cases} \mathbf{K}_r^{(1)} = F(\mathbf{L}_r^{(1)}), \\ \mathbf{K}_r^{(2)} = F(\mathbf{L}_r^{(1)}, G(\mathbf{K}_r^{(1)})), \\ \vdots \\ \mathbf{K}_r^{(q-1)} = F(\mathbf{L}_r^{(1)}, G(\mathbf{K}_r^{(q-2)})), \\ \mathbf{K}_r^{(q)} = F(\mathbf{L}_r^{(1)}, G(\mathbf{K}_r^{(q-1)})), \end{cases}$$

где G — оргграф логико-арифметических связей между всеми функциональными элементами $(q-1)$ -го аппаратного уровня диагностической модели класса r , которые образуют элемент q -го аппаратного уровня; $\mathbf{K}_r^{(q)}$ — конфигурационная функция, описывающая аппаратный уровень с порядковым номером q в диагностической модели класса r , которую независимо от принадлежности к конкретному классу диагностических моделей всегда можно представить в виде матрицы вида

$$\mathbf{K}_r^{(q)} = \begin{vmatrix} a_{11}K_{11}^{(q)} & a_{12}K_{12}^{(q)} & \dots & a_{1k}K_{1k}^{(q)} \\ a_{21}K_{21}^{(q)} & a_{22}K_{22}^{(q)} & \dots & a_{2k}K_{2k}^{(q)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}K_{m1}^{(q)} & a_{m2}K_{m2}^{(q)} & \dots & a_{mk}K_{mk}^{(q)} \end{vmatrix},$$

где элемент $K_{ij}^{(q)}$ — логико-арифметическая функция элемента q -го аппаратного уровня диагностической модели; коэффициент a_{ij} — функция включения функционального элемента q -го аппаратного уровня и в качестве множителя может принимать лишь одно из двух значений

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если функциональный элемент } K_{ij}^{(q-1)} \text{ вкл.}, \\ 0, \text{ если функциональный элемент } K_{ij}^{(q-1)} \text{ выкл.} \end{cases}$$

Матрицу $\mathbf{L}^{(1)}$, в свою очередь, можно записать как

$$\mathbf{L}^{(1)} = \begin{vmatrix} a_{11}L_{11}^{(1)} & a_{12}L_{12}^{(1)} & \dots & a_{1k}L_{1k}^{(1)} \\ a_{21}L_{21}^{(1)} & a_{22}L_{22}^{(1)} & \dots & a_{2k}L_{2k}^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}L_{m1}^{(1)} & a_{m2}L_{m2}^{(1)} & \dots & a_{mk}L_{mk}^{(1)} \end{vmatrix},$$

Литература:

1. Алексеев, А. А., Кораблев Ю. А., Шестопалов М. Ю. Идентификация и диагностика систем. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 352 с.

где коэффициент (множитель) a_{ij} есть функция включения (задействования) коммутируемого логического блока (КЛБ) в образовании элемента второго аппаратного уровня при выделении фрагмента РВП, т. е.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если КЛБ } L_{ij}^{(1)} \text{ вкл.}, \\ 0, \text{ если КЛБ } L_{ij}^{(1)} \text{ выкл.} \end{cases}$$

Ввиду того, что число всевозможных конфигураций РВП при формировании в нем диагностических моделей строго ограничено, отсюда следует, что

$$S^{PBP} = S^0 \vee S^{DM1} \vee S^{DM2} \vee \dots \vee S^{DMR},$$

где S^{PBP} — множество всех возможных состояний

(конфигураций) РВП; S^0 — подмножество состояний РВП, не реализующих диагностические модели; S^{DMr} , $r = \overline{1, R}$ — подмножество состояний РВП, соответствующих реализации диагностических моделей по классу r . При этом, понятно, что

$$S^0 \subset S^{PBP}, S^{DM1} \subset S^{PBP}, S^{DM2} \subset S^{PBP}, \dots, S^{DMR} \subset S^{PBP}.$$

Т. о., для каждого класса диагностических моделей r , можно выделить собственный диагностический кластер Q_r , который будет описывать набор конфигурационных состояний для той или иной диагностической модели и удовлетворять соотношению

$$Q_r = b\mathbf{K}_r^{DM},$$

где $b = \overline{1, B}$ — порядковый номер конфигурации диагностической модели, удовлетворяющей принадлежности к классу r .

Выводы:

1) рассмотрен способ описания процесса формирования аппаратных уровней q диагностических моделей бортовых систем КА в РВП, учитывающий как логико-арифметические функции элементов аппаратных уровней, так и топологию их направленных связей в виде оргграфа для каждого из аппаратных уровней диагностической модели;

2) предложена математическая модель, описывающая процесс формирования диагностических кластеров Q_r в конфигурационных наборах аппаратных архитектур РВП, каждый из которых выделяет принадлежность диагностической модели к тому или иному классу алгоритмов диагностики и контроля бортовых систем КА.

2. Бровкин, А. Г., Бурдыгов Б. Г., Гордийко С. В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами. / Под ред. проф. А. С. Сырова-М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. — 304 с.
3. Евреинов, Э. В. Однородные вычислительные системы, структуры и среды. — М.: Радио и связь, 1981. — 208 с.
4. Евреинов, Э. В., Хорошевский В. Г. Однородные вычислительные системы. — Новосибирск: Наука, 1978.
5. Каляев, А. В. Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой. — М.: Радио и связь, 1984, 240 с.
6. Каляев, И. А., Левин И. И., Семерников Е. А., Шмойлов В. И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры /Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под общ. Ред. И. А. Каляева. — Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. — 344 с.
7. Савкин, Л. В. О решении задач бортового диагностирования космических аппаратов с помощью реконфигурируемых вычислительных систем. Технические науки — от теории к практике / Сб. ст. по материалам XXXIX Междунар. науч. — практ. конф. № 10 (35). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — с. 79–87.
8. Савкин, Л. В., Ключко О. С., Макаров А. С. Реализация алгоритмов распознавания сложных видов неисправностей и отказов бортовой аппаратуры космических аппаратов на основе встроенных реконфигурируемых диагностических систем // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2014. № 11 (12). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/1756> (дата обращения: 23.12.2014).
9. Савкин, Л. В., Новичков В. М., Ширшаков А. Е. Многоуровневая реконфигурация моделей диагностических систем как средство повышения гибкости алгоритмов диагностики и контроля бортовых систем космических аппаратов. Научно-технологические инновации в приборостроении и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции, 25–27 ноября 2014 г. Т. 2. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — с. 296–299.

3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Исследование диалектических аспектов эволюции технологий стандартных интерфейсов автоматизированных измерительных комплексов: историко-системный анализ

Кочергин Игорь Геннадьевич, кандидат исторических наук, доцент;
Кочетков Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;
Лутохин Игорь Владимирович, соискатель;
Солдатиков Игорь Викторович, соискатель
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации (г. Орел)

Проведен историко-системный анализ развития основных стандартов автоматизированных измерительных комплексов систем связи в сочетании с рассмотрением особенностей функционирования законов диалектики в ходе развития такой частной области теории телекоммуникаций как техническая диагностика. С позиций принципа историзма рассмотрена хронология типизаций решений в процессе проектирования автоматизированных измерительных платформ для систем связи. Представлена иерархическая схема использования научных и технических терминов в ходе поисковых научных исследований, направленных на решение частных задач и проблем определения функциональности и структуры автоматизированных систем технического диагностирования.

События прошлого можно изображать в любом масштабе и с любой степенью приближения. Можно представить историю Вселенной на одной странице, а можно описать жизненный путь одного человека в сорока томах. Один из западных историков, специализирующийся на дипломатии 1930-х годов, написал книгу о Мюнхенском кризисе и его последствиях (1938–39 г.), вторая его книга называлась «Последняя неделя мира», а третью он назвал «31 августа 1939 года». Его коллеги — историки напрасно ждали, когда же будет написан завершающий труд — «Минута до полуночи мира» [1, с. 7]. Это пример современного стремления знать все больше и больше о все меньшем и меньшем. Обычно степень приближения увеличивается при переходе к новому и новейшему времени. При исследовании вопросов развития истории техники или, еще более детально, диалектики такого ее направления как телекоммуникации, как правило, пользуются мнением, что «те или иные события не могут стать Историей раньше, чем пройдет полвека», пока не будут доступны документы и временная перспектива не прояснит зрение людей или исследователей.

Информационно-коммуникационная среда, как область техники, с одной стороны, подчиняется законам физики, теории информации, различных разделов математики, с другой стороны — законам развития общества, экономики и культуры. Системы и технологии телекоммуникаций есть совокупность средств труда, создаваемых человеком на основе использования познаваемых

им законов природы для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Отмечая дуализм истории техники вообще, и истории развития телекоммуникационных систем в частности, изучающей закономерности развития технических областей в условиях различных социально-экономических формаций, можно констатировать тот факт, что исследуя структуру и свойства техносферы, ее история носит характер технической науки, а изучая процессы ее развития — характер общественной (гуманитарной) науки. Тем самым можно признать возможность и необходимость более детального исследования проявления законов, принципов и категорий диалектики исторического материализма (рис. 1) в процессе развития технологий интерфейсов измерительных систем, как составной и неотъемлемой области телекоммуникационной среды.

В рамках настоящей работы предпринята попытка противостоять распространенным идеям центризма и превалирования какой-либо одной теории развития и обобщения путей эволюции стандартных интерфейсов автоматизированных измерительных комплексов на основе системы взглядов в виде совокупности подходов анализа, систематизации и комплексного применения идеологий развития таких сложных конструкций для обогащения элементов развития методологии истории техники, учета историко-системного анализа стандартных интерфейсов при проектировании высокотехнологичных оболочек и расширения набора инструментов, которыми

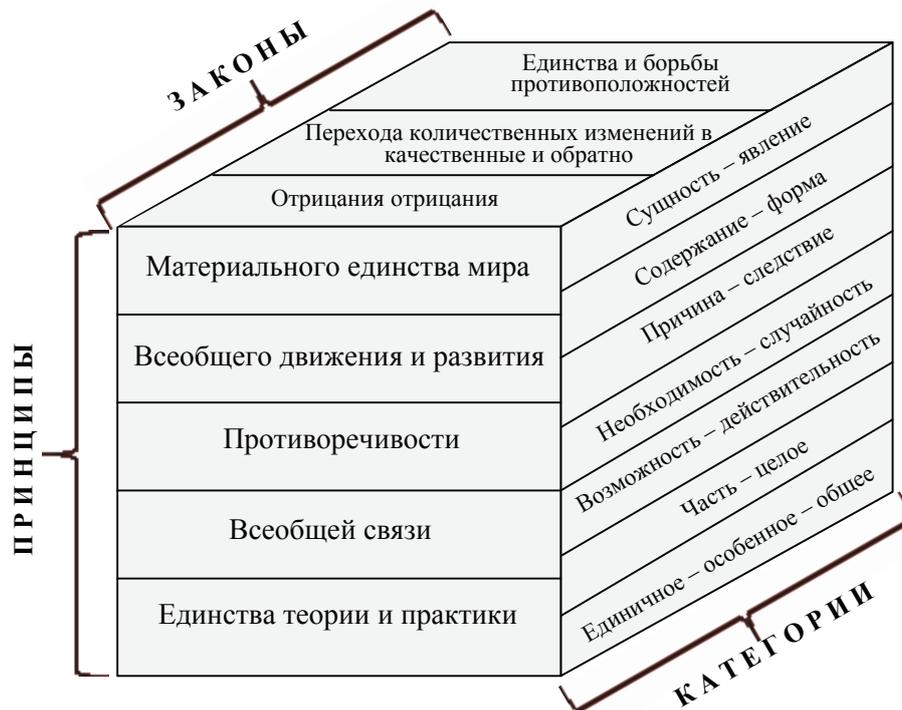


Рис. 1. Основные законы, принципы и категории диалектического материализма

пользуются исследователи современных телекоммуникационных теорий на основе триады «функция — метод — структура» в функционально-структурном подходе исследования динамично развивающихся сложных технических систем.

Диалектику технологий стандартных интерфейсов измерительных платформ в телекоммуникациях можно вос-

создать в виде пространственно-временной сетки, представленной на рисунке 2, на которую впоследствии накладываются конкретные категории, принципы и законы развития, при сведении академического инструментария и аналитических выражений, характеризующих процессы функционирования таких систем к минимуму — для передачи ощущения трудно достижимого целого.

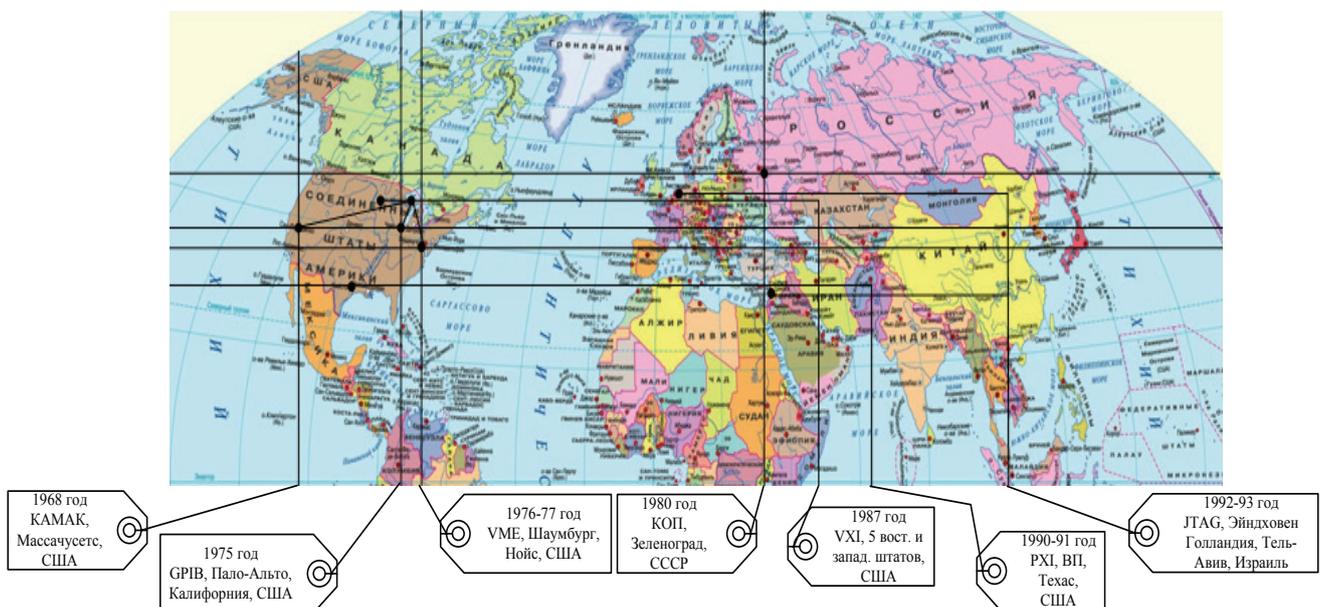


Рис. 2. Пространственно-временное развитие стандартных интерфейсов автоматизированных измерительных комплексов, используемых в телекоммуникационных системах

Используя механизмы пуантилизма каждую платформу стандартных интерфейсов измерительных комплексов можно представить в виде набора конкретных капсул—образов, как бы выхваченных при помощи макрообъектива и воссоздающих более мелкие детали, своеобразные области на пути как хронологического потока событий, так и смены аспектов технико-кибернетического подхода при исследовании причин появления и развития таких стандартов.

Для рассмотрения функционирования законов диалектики в области технологий стандартных интерфейсов автоматизированных измерительных комплексов, рассмотрим пример эволюции стандарта GPIB (General Purpose Interface Bus, интерфейсная шина общего назначения). Платформа GPIB (IEEE-488) и соответствующий протокол обмена данными стали широко использоваться в программно-аппаратных комплексах для интеграции персональных компьютеров и рабочих станций с измерительными инструментами (в частности, в автоматизированных системах сбора данных, АСУ и т.д.) в середине 70-х годов [2, с. 103]. По мере проникновения протокола этого стандарта измерительных комплексов в сферу промышленности стало очевидным, что последовательность передачи команд по шине была недостаточно хорошо определена еще на этапе проектирования: со временем, когда количество команд обращения к общему каналу стало возрастать, с одной стороны, число пользователей измерительной информации, передаваемой по тому же каналу, также увеличивалось, с другой стороны, обнаружились явные признаки борьбы противоположностей. Однако, если не анализировать функционирование отдельно автоматизированного измерительного комплекса, и отдельно телекоммуникационного средства, а наблюдать их как элементы одной системы «объект контроля технического состояния — средство измерений», то закон единства и борьбы противоположностей применим к таким сложным технологическим системам. После устранения причин коллизий, возникающих при обращении различных подсистем измерительных комплексов к единственному каналу передачи данных, стандарт был пересмотрен и дополнен в 1987 году (было доработано описание протокола передачи, расширено описание аппаратной части интерфейса и дополнено низкоуровневое взаимодействие с шиной). По сути, проявление первого закона диалектики стало источником появления новых стандартов интерфейсов измерительных комплексов — VXI, PXI и LXI, что представлено на рисунке 3.

Определенный исторический интерес представляет тот факт, что аналогом стандарта GPIB в отечественной промышленности стал канал общего пользования (КОП), появившийся у нас в стране в 1980 году с некоторым запозданием.

Историко-системный анализ при рассмотрении появления и эволюции стандартов GPIB и КОП представляет практический интерес с позиций разных подходов зарубежных и отечественных разработчиков в области проек-

тирования стандартов измерительных платформ. В СССР необходимость поиска сложных, обоснованных и ответственных решений в процессе проектирования таких сложных технических систем вызвало появление новой методологии — методологии проектирования. Именно в 80-х годах проектирование перестало ограничиваться разработкой чертежей той или иной конструкции, которую одобрит заказчик и смогут реализовать производственники. Цель состояла в организации «проектирования как процесса, который определяет изменения в искусственной среде». Большое количество и сложный характер таких изменений, существенная временная дистанция между ними и началом процесса проектирования — все это требовало не только коллективной разработки проектов с участием большого числа специалистов, но и применения новой методологии, где основные задачи перемещались бы из области конкретных объектов телекоммуникаций в сферу анализа и прогнозирования тех изменений, которые вызовет в промышленном производстве, у конечного потребителя выпуск проектируемой продукции.

Так, например, опыт организации и проведения НИОКР по разработке ряда образцов техники электро-связи и средств обеспечения их работоспособности, накопленный в 80-е гг. показал, что применение системного подхода, предусматривающего охват максимального числа факторов при поиске оптимального проектно-конструкторского решения, зачастую приводил к тому, что разработчик испытывал трудности, как по срокам выполнения, так и по возможности завершения работы, при этом отказывался от новой прогрессивной методологии, не освоив и не осознав ее принципиальных преимуществ. Как результат — возвращение к традиционным, проверенным временем, методам проектирования, основанным на использовании прототипов, изделий-аналогов, позволяющих создать полуформализованные типовые образцы техники [3, с. 5].

Принципиальный исторический интерес в области проектирования платформ и стандартов измерительных комплексов представляет собой анализ методологических принципов проектирования таких систем, присущих разным научным школам. Так, отечественные специалисты стоят на позиции интенсификации коллективной творческой деятельности посредством «мозговой атаки (штурма)» [4, с. 367]. В свою очередь зарубежные специалисты ориентируются на другой эффективный, с их точки зрения, метод — синетику. Сущность этого подхода заключается в следующем.

С точки зрения формализации деятельности проектировщик рассматривается с двух сторон. С одной стороны, как некий «черный ящик» на выходе которого возникает явление «озарения», открывающее новые пути решения поставленных задач, с другой стороны, как некоторый «прозрачный ящик», в котором происходит логический процесс, полностью поддающийся формализации. Первый из перечисленных аспектов анализа деятельности проек-

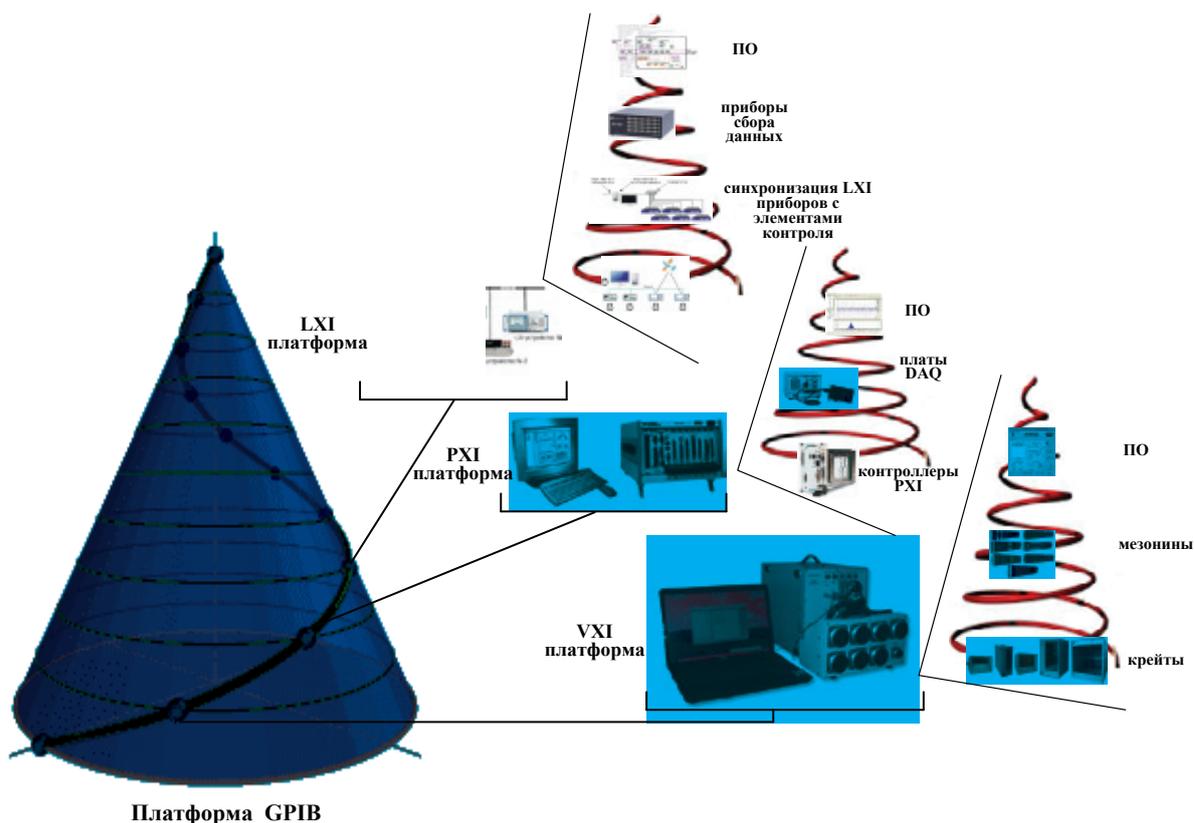


Рис. 3. Появление стандартов измерительных платформ VXI, PXI и LXI на основе эволюции стандарта GPIB

тировщика основан на исследованиях психологов и теоретиков проектирования сложных систем — Гордона [5, с. 19], Ньюмена [6, с. 12] и Бродмента [7, с. 23], утверждающих, что причиной негибкости мышления является «груз неразрешенных противоречий». Второй аспект уточняет условия: наличие заранее известных целей, параметров и критериев оценки, последовательной логической обоснованностью результатов предпроектного анализа, наличием некой стратегии проектирования, комбинациями последовательных, параллельных и циклических операций. Результатом таких исследований являются научно-обоснованные методы поиска идей, их оценки и управления процессом проектирования.

Несмотря на различия в подходах к процессу проектирования сложных технических систем, большинство специалистов едины в одном — проектная деятельность должна рассматриваться как самоорганизующаяся система. Именно этот аспект рассмотрения проектирования автоматизированных измерительных комплексов позволяет подойти к пониманию одного из центральных объективных противоречий. С одной стороны, при проектировании технической системы в ходе поиска оптимального решения необходима выработка большого числа вариантов. При этом специалист-проектировщик не может сделать среди них выбор одного варианта интуитивно, на основе имеющегося у него опыта из-за опасности отбросить оригинальное решение, но не может также проводить и строгое сопоставление вариантов из-за отсутствия формализованного представления целей и критериев отбора,

что необходимо для программированного поиска оптимального решения [4, с. 368].

Для завершения рассмотрения историко-системного анализа в плоскости проектирования стандартов интерфейсов измерительных систем в комплексах телекоммуникационного оборудования, следует отметить, что кроме разрешения указанного противоречия гносеологическим и кибернетическим инструментариями, необходимо учитывать экономические факторы, связанные с проектированием, а именно финансовые вложения при поиске ответа на возникшие в ходе разработки таких систем, имеют смысл только в том случае, если «затраты от незнания превысят убытки на приобретение знания». При этом важно, что целесообразность затрат при принятии того или иного решения зависит от вида и типа объекта проектирования, уникального или массового потребления, унифицированного или настраиваемого измерительного комплекса и т.д.

Аспекты проявления другого диалектического закона — перехода количественных изменений в качественные наиболее ярко просматриваются на примере эволюции следующего в хронологическом порядке стандарта автоматизированных измерительных систем — VXI (рис. 4).

В технологии VXI с момента своего появления постоянно наблюдается рост плотности входов-выходов измерительных каналов на один модуль, происходит увеличение скорости передачи данных и возрастают возможности разделения памяти, позволяющие обрабаты-

вать диагностическую информацию со многих каналов сбора данных в реальном масштабе времени. Сконструированы VXI-крейты, использующие несколько базовых модулей VXI, распределенных по пространственному признаку [8]. Благодаря такой динамике количественных изменений VXI платформы продолжают приобретать все большую популярность и распространение на рынке телекоммуникационной аппаратуры, систем навигации и позиционирования, наряду с улучшением качественных показателей — прецизионности измерений значений сигналов в различных частотных диапазонах РЭС, сокращения времени измерения и тестирования и расширения функциональных возможностей автоматизированных измерительных комплексов [8].

Проявление закона отрицания отрицания можно проанализировать на примере развития технологии внутрисхемного тестирования (In-Circuit Testing, ICT), непосредственной предшественницы JTAG, которая практически обладала монополией в тестировании электронных печатных плат (ПП) с конца семидесятих годов прошлого столетия, и с неизменным успехом применяется до настоящего времени, хотя и с определенными ограничениями. Доступ измерительного прибора (тестера)

к внутренним цепям ПП осуществляется при помощи контактных иглонок, прижимаемых адаптером тестера к поверхности печатной платы (рис. 5) [9, с. 92].

С началом широкого распространения технологии поверхностного монтажа и миниатюризации интегральных схем (ИС) электро- и радиокомпоненты стали монтироваться на плату без сквозных отверстий и с обеих сторон ПП. При этом сразу же возникла проблема размещения контактных площадок для иглонок тестера ICT, и трудности, связанные с постоянным уменьшением их диаметра в условиях высокой плотности монтажа элементов с обеих сторон ПП. Кроме того, в многослойных ПП значительное число цепей схемы оставалось во внутренних слоях, так что вывод их на поверхность ПП для подключения к контактным площадкам для иглонок значительно усложнял разводку ПП. Все это обусловило сокращение доступа ко внутренним цепям схемы со стороны тестера ICT, что, однако, не привело к значительному сокращению применимости таких тестеров, а только переставило акценты в области их применения.

Широкое распространение аппаратно-программных измерительных комплексов, функционирующих на различных платформах, объединенных с ПЭВМ, казалось

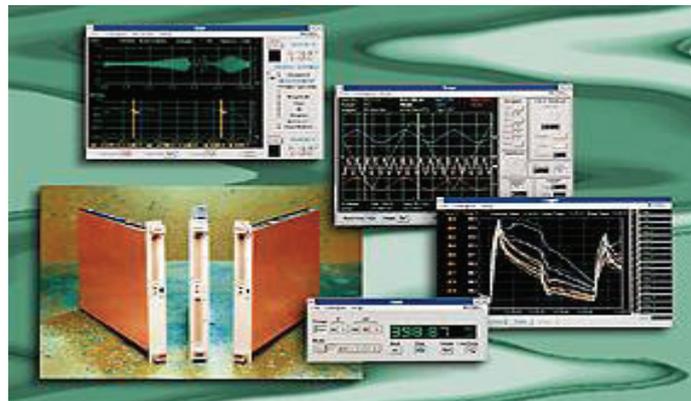


Рис. 4. Современные VXI приборы и виртуальные экраны фирмы National Instruments

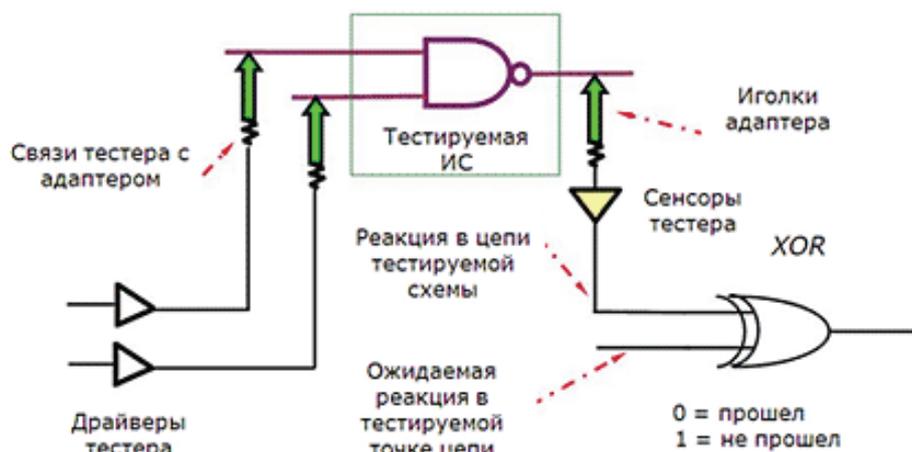


Рис. 5. Доступ измерительного прибора (тестера) к внутренним цепям печатной платы

бы, навсегда заменило традиционные многофункциональные измерительные приборы. Это было отрицание, полное и, как тогда казалось, навсегда. Однако, удобство и оперативность измерения параметров, характеризующих работоспособность радиоэлементов и других электронных компонентов, которое не предполагает их демонтажа или отключения от цепей, с которыми они связаны в соответствии с электрической принципиальной схемой на печатной плате, вернуло обычный тестер (мультиметр) из забвения, сделало его одним из главных элементов современных технологий тестирования печатных плат, хотя и в несколько видоизмененном виде. Функциональные возможности таких тестеров также расширились: при выполнении внутрисхемных измерений по отношению к пассивным компонентам (резисторам, конденсаторам, индуктивностям и т.д.) теперь нет необходимости подачи питания на тестируемую печатную плату. Это позволяет выполнить предварительную сортировку смонтированных ПП без риска их значительного повреждения после включения питания при наличии коротких замыканий или неверного монтажа резисторов, перемычек и других проводимостей. При подаче питания на ПП внутрисхемные измерения могут выполняться и для активных компонент, как цифровых, так и аналоговых [9, с. 93].

В истории развития интерфейсов автоматизированных измерений в телекоммуникационных системах к коренному перелому в развитии привела разработка технологии виртуальных приборов (ВП), методов сопряжения возможностей вычислительной техники и алгоритмов измерений параметров сигналов, численных методов, реализующих требуемую точность и различные виды погрешностей при оценке характеристик инфокоммуникационных средств.

Действия, направленные на измерение и оценку параметров электрических и радиосигналов, реализуются с помощью функциональных компонентов (модулей), роль которых выполняют узлы, блоки, приборы, объединенные в систему, которая представляется функциональной схемой. В такой схеме исследуется взаимодействие только существенных признаков методов через связи и взаимодействие функциональных компонентов измерительных комплексов. Представляется возможным провести анализ дивергенции диалектических принципов на основе функционально-структурного подхода к исследованию развивающихся сложных систем, к которым относятся и автоматизированные измерительные комплексы.

Новые методы измерения параметров и оценки значений характеристик сигналов в информационно-измерительных системах могут разрабатываться на основе функционально-структурного подхода к исследованию развивающихся технических систем. Этот подход характеризуется следующими особенностями, которые развиваются с учетом различных аспектов категорий диалектики:

функция измерительного комплекса является первичной, структура — вторичной; функция определяется потребностями практики, т.е. требуемой точно-

стью оценки измеряемых параметров, нормами допусков на характеристики телекоммуникационных средств, правилами сравнения с требуемыми значениями; структура остается неизменной до тех пор, пока обеспечивает реализацию изменяющейся функции: если структура не обеспечивает новой функции, то она заменяется на новую.

новая структура обусловлена новой функцией; преобладание в ней функциональных элементов характеризует степень рациональности новой структуры измерительной системы.

между новыми структурой и функцией существует обратная связь, способствующая развитию функции.

взаимодействие между функцией и структурой осуществляется циклически и итеративно.

Новая функция может быть реализована различными структурами. Из них наиболее эффективна та, которая имеет минимальное число компонентов; функционально-структурный подход характеризует интенсивно развивающиеся технические системы, включающие в себя как аппаратные, так и программные компоненты, и может рассматриваться как один из основных и возможных подходов для развивающихся систем, к которым относятся автоматизированные измерительные комплексы. При этом основным признаком процесса развития является наличие новых технических решений по актуальным вопросам технического диагностирования средств и комплексов телекоммуникаций [10, с. 458].

Взаимодействие между функцией и структурой неизбежно требует разработки метода. С учетом этого основное звено научного цикла развития технических систем приобретает вид триады «функция — метод — структура». Благодаря этому перечисленные свойства функционально-структурного подхода характеризуют также и метод конкретного научного направления — в триаде функция первична по отношению к методу, а метод первичен по отношению к структурной схеме. Последнее обстоятельство делает целесообразным анализ той части цикла развития систем, которая соответствует научному поиску в процессе исследования.

Иерархию значимости и взаимосвязи научных и технических терминов условно можно представить в виде последовательности комплексных кластеров, приведенной на рис. 6.

Наиболее важным в иерархии является принцип. В соответствии с [11], «принцип — основное исходное положение какой-либо теории, учения, науки»... Принципы базируются на законах конкретной науки, например, метрологии. В определении принципа результаты знания наиболее концентрированы. Соответственно, разработка принципа крайне затруднительна и непредсказуема. Этим объясняется тот факт, что количество принципов крайне ограничено.

Наиболее важной распространенной формой выражения результатов теории (научного направления) являются методы. Новые (вновь разработанные) методы [12, с. 57]:

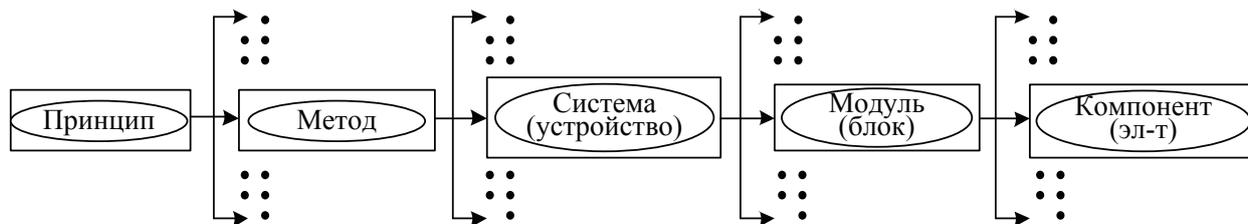


Рис. 6. Иерархическая схема научных и технических терминов

— обеспечивают разные способы реализации принципов;

— являются формой знания, через которую разрабатываются новые принципы, законы конкретной научной области или направления;

— наилучшим образом удовлетворяют требованиям опережающего характера развития данного научного или технического направления;

— обеспечивают темпы роста эффективности соответствующих систем и устройств, а возможно и научно-технический прорыв в том или ином научно-практическом направлении;

— являются результатом решения научных вопросов и, следовательно, соответствуют завершению научного поиска.

Основной формой разработки новых принципов и методов является обобщение. Обобщение методов осуществляется через обобщение их признаков. Принцип может быть реализован в различных методах, метод — различными вариантами схем систем и устройств, которые, в свою очередь, реализуются сочетанием блоков, функциональных узлов, а последние — компонентами (элементами). Однако, в соответствии с категорией «единичное — особенное — целое», в цепи «метод — структура» иногда имеет место и обратная ситуация, когда с помощью одного устройства (структурной схемы) могут реализовываться различные методы, например, путем изменения последовательности действий над сигналами в процессе измерения их параметров или изменения процедур обращения к общей шине данных в составе автоматизированного измерительного комплекса. Научные достижения, наряду с принципами и методами, могут фиксироваться в законах, функциональных и структурных схемах и классификациях [11].

Этапы поисковых исследований, направленных на разработку нового метода конкретного научного направления, в том числе и из области автоматизированных измерительных комплексов, можно представить упрощенной схемой (рис. 7), которая следует из характеристики творческой деятельности [12, с. 82]. Разработка метода начинается с возникновения или постановки проблемного вопроса (функции или цели).

При решении проблемного вопроса формулируют идеи, на основе развития которых разрабатывают гипотезы — основную форму поиска. На основе анализа, проверки и сравнения рабочих гипотез выбирают ту, которая позволяет получить решение проблемы и которую называют научной гипотезой. Далее разрабатывается теория метода и завершается разработка функциональной схемы. По результатам анализа метода могут формулироваться требования к элементам функциональной схемы системы, что позволяет перейти к заключительному этапу научного исследования — разработке и обоснованию структурной схемы новой системы или устройства, адекватной разработанному методу. На разных этапах разработки метода может возникнуть необходимость уточнения предыдущих этапов, включая и постановку проблемного вопроса, что показано на рис. 7 пунктирными линиями. Полученные результаты экспериментальных исследований характеризуют как образец аппаратуры технического диагностирования или контроля, так и соответствующий метод его разработки. Если для изготовления образца нет возможности разработать необходимые новые компоненты, то и реализация метода на этом этапе развития и в данных условиях невозможна. Из реализуемых эквивалентных по эффективности методов предпочтение отдается тому, который не требует внедрения новых модулей, а реализуется на основе серийных компонентов.

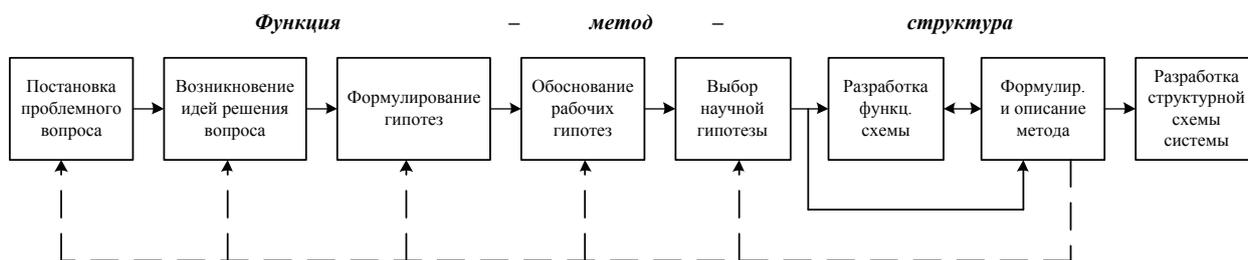


Рис. 7. Осуществление научного исследования на основе подхода «функция – метод – структура»

Таким образом, в результате комплексного исследования, проведенного в статье, можно сделать следующие выводы.

В ряде случаев при исследовании эволюции телекоммуникационных систем кажется, что чем подробнее и многочисленнее сведения, касающиеся вопросов развития истории этой области техники, тем легче составить о ней исчерпывающее представление. Так ли это на самом деле? Может быть да, но возможен и противоположный ответ. Пусть этот тезис будет означать то, что материалы статьи не лишены дискуссионных положений. Вместе с тем излишние, слишком мелкие сведения, не меняющие картины в целом, создают то, что в кибернетике и теории связи именуется «шумами», которые дополняют целостность исследования и обобщения этапов методологии становления и развития истории телекоммуникаций, так как анализ такой узкой специализированной области как теория технического диагностирования систем связи, есть

не что иное как этап накопления знаний на основе дифференциации дисциплин, составляющих общую теорию информационно-телекоммуникационных систем. Накопление, анализ и обобщение сведений из этой области развития инфокоммуникационной теории, выполненные в работе показывают, что методология исторического материализма существенно расширяет границы системного исследования вопросов развития истории телекоммуникаций, обогащает историко-системный подход в рамках типизации технических решений при проектировании высокотехнологичных измерительных систем. С практической точки зрения, представленные в статье взгляды могут помочь исследователям не только в области гуманитарных, но и технических наук, сэкономить время при ознакомлении с характеристиками научных и технических терминов и понятий, уяснить главные направления своих исследований, что будет способствовать получению научных результатов.

Литература:

1. Дэвис, Н. История Европы / Норман Дэвис; пер. с англ. Т. Б. Менской. — М.: АСТ Москва: Хранитель, 2006. — 943 с.
2. Грант Дренкоу. LXI — новое поколение измерительных систем // Журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес». № 6. — 2006 г. — с. 98–103.
3. Стабин, И. П., Алешина Н. С., Шкалдык П. М. Основные направления создания автоматизированного информационного обеспечения для проектирования систем связи // Научно-технич. Сб. Техника средств связи. Сер. Системы связи. вып. № 3, 1984 г. — с. 3–9.
4. Курносков, В. И., Лихачев А. М. Методология проектных исследований и управление качеством сложных технических систем электросвязи. — СПб.: ТИРЕКС, 1998.
5. Gordon, W. J. — J., 1961, Synetics: The Development of creative capacity, New York? Harper a Row. — pp. 18–22.
6. Newman, A. D., 1966, Patterns. — The Design Method (Ed. S. Gregory), London, Butterworhts. — pp. 10–15.
7. Broadbent, G. H., 1966, Creativity. — The Design Method (Ed. S. Gregory), London, Butterworhts. — pp. 22–28.
8. А. Баженов. Стандарт VXIplug&play для создания интероперабельных измерительных систем и переносимых приложений. Часть 1. Организация стандарта VPP. Драйверы приборов. МКА 2, 2000. // Журнал «Мир компьютерной автоматизации on line». www.mka.ru/?p=40143.
9. А. Городецкий. Дистанционное JTAG-тестирование // Компоненты и технологии. № 12. — 2010 г. — с. 92–94.
10. Огородничук, Л. Д. Роль и место научных методов в развитии конкретных научных направлений // Радиотехника и электроника. Том 40, выпуск 3. — М.: Изд-во Наука, 1995 г. — с. 456–463.
11. Большая советская энциклопедия: в 30 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. — М.: Сов. Энциклопедия, 1969–1978. Т. 20, 1975.
12. Павлов, В. Т., Руденко К. Ф., Семенов И. С. и др. Логические методы и формы научного познания. — Киев: Вища школа, 1984. — 208 с.

Математические модели и методы обработки информации в системах испытания электрооборудования на надежность

Русин Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
Абдулхамед Мохаммед Абдулкарим Номан, аспирант

Тверской государственный технический университет

Надежность технических изделий, из-за применения новых более прочных материалов, новых конструктивных решений, возрастает. Если не совершенствовать

модели ускоренных испытаний оборудования на надежность, то время проведения испытаний возрастет и неизбежно приведет к увеличению затрат на них.

Существует несколько разработанных планов испытаний. Рассмотрим план $[N, U, T]$, который приведен в стандарте [1]. Согласно этому плану, одновременно испытывают N объектов, отказавшие во время испытаний объекты не восстанавливают и не заменяют, испытания прекращают по окончании времени окончания или достижения наработки T для каждого не отказавшего объекта. В более новом стандарте [2], действующем в настоящее время, также существует план испытаний, подобный этому. Он называется планом, ограниченным продолжительностью наблюдений.

При проведении испытаний по плану $[N, U, T]$ образуются однократно цензурированные выборки наработок на отказ. При параметрическом оценивании показателей надежности, например, средней наработки до отказа, по однократно цензурированным справа выборкам основным математическим методом является метод максимального правдоподобия. В условиях постоянного повышения надежности испытываемого оборудования и желаемого сокращения времени испытаний, становится актуальным вопрос исследования достоверности оценок максимального правдоподобия (МП).

В работе выполнены экспериментальные исследования точности оценок МП экспоненциального закона распределения по малым, однократно цензурированным справа выборкам, формирующимся по плану $[N, U, T]$.

На ЭВМ моделировались однократно цензурированные справа выборки случайных величин объемом $N=5, 10, 15, 20, 25$. Генерирование выборок выполнялось при следующих ограничениях

$$\begin{aligned} 6 \leq N < 10, q &\geq 0,5 \\ 10 \leq N < 20, q &\geq 0,3 \\ 20 \leq N \leq 50, q &\geq 0,2, \end{aligned}$$

где q — степень цензурирования выборки. Ограничения приняты в соответствии с рекомендациями [7].

Количество сформированных выборок для каждого значения N равно 3000. По каждой выборке методом максимального правдоподобия рассчитывались оценки экспоненциального распределения и их относительные отклонения δ от истинных значений — значений, которые использовались при генерации выборки.

$$\delta = \frac{\lambda - \lambda_{\text{МП}}}{\lambda}, \quad (1)$$

где λ — истинное значение параметра экспоненциального распределения,

$\lambda_{\text{МП}}$ — оценка максимального правдоподобия экспоненциального распределения.

По результатам моделирования построены гистограммы относительных отклонений оценок максимального правдоподобия экспоненциального распределения. По оси ординат отложен процент оценок от общего количества, попавших в данный интервал. Полученные результаты приведены на рис. 1.

Эти экспериментальные данные показывают, что большинство оценок максимального правдоподобия, полученные по малым, однократно цензурированным справа выборкам имеют значительные отклонения от истинных значений. Например, 2% оценок экспоненциального распределения при $N=5$ имеют относительные отклонения от

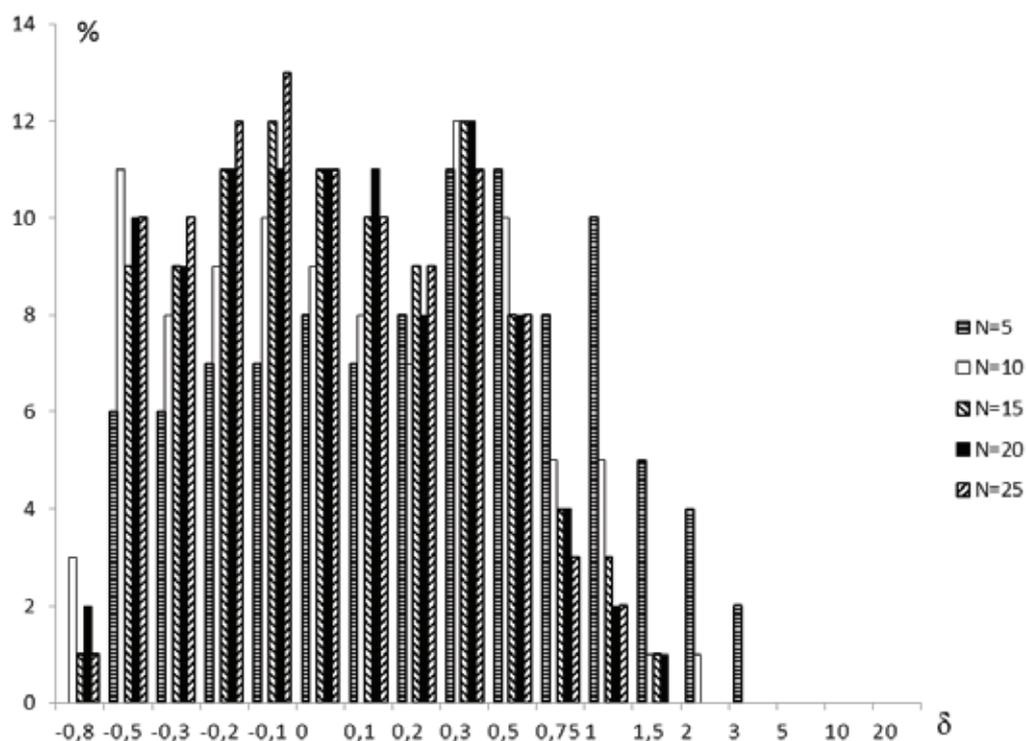


Рис. 1. Относительные отклонения оценки максимального правдоподобия

3 до 5; 4% — относительные отклонения от 2 до 3; 5% — от 1,5 до 2. С увеличением объема выборки точность оценок возрастает. При $N=25$ относительные отклонения оценок экспоненциального закона распределения не превышают 1,5. Несмотря на это, 3% оценок имеют относительные отклонения от 0,75 до 1; 8% — от 0,5 до 0,75; 11% — от 0,3 до 0,5.

На рис. 2 показаны графики, проходящие через вершины гистограммы для различных N при общем количестве выборок $K=3000$.

В целом можно сделать вывод, что точность метода максимального правдоподобия при значениях $N < 25$ низка. Относительное отклонение оценок от истинных значений может достигать 5 и более, а половина всех оценок имеет отклонения больше 0,3 в зависимости от объема выборки.

В ряде работ [3, 4, 5] проведены исследования, позволяющие установить зависимость точности оценки параметров законов распределения, полученных методом максимального правдоподобия, в зависимости от отдельных характеристик выборки наработок на отказ оборудования. В результате исследований получены зависимости смещения математического ожидания оценки МП от объема выборки N , коэффициента вариации V и степени усечения q . В работе [3] предложен способ введения поправок к оценке МП. Для заданных величин N , V и q по полученным зависимостям определяется смещение $\delta_{\text{см}}$ оценки

МП p' . Несмещенную оценку получают по формуле

$$p'_n = \frac{p}{1 + \delta_{\text{см}}}.$$

В перечисленных работах рассматривается влияние на смещение оценки максимального правдоподобия небольшого количества (одного — двух) параметров выборки, что не позволяет глубоко изучить зависимость точности оценки максимального правдоподобия от структуры выборки. При этом дополнительная информация об оценке параметров распределения, содержащаяся в структуре выборки, используется незначительно.

Цель проведенных исследований в общем виде можно сформулировать следующим образом — получение математических моделей, устанавливающих связь между отклонением оценок МП от истинного значения параметра экспоненциального распределения и параметрами, характеризующими структуру выборки.

Решение поставленной задачи осуществлялось в пять этапов:

1. Моделирование на ЭВМ однократно цензурированных справа выборок случайных величин, распределенных по экспоненциальному закону, характерных для плана испытаний $[N, U, T]$, и расчет параметров выборки, характеризующих ее структуру. Для описания структуры сформированной выборки случайных величин в работе использовались стандартные параметры и их производные:

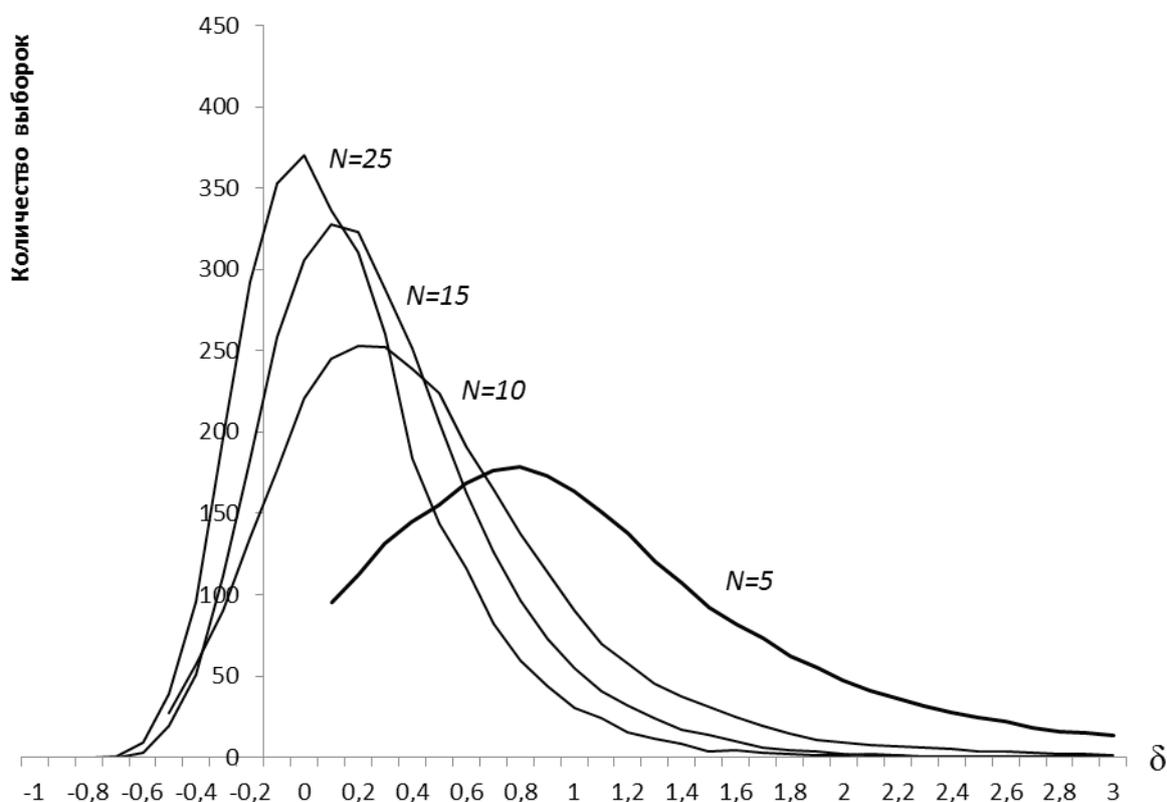


Рис. 2. Гистограммы относительных отклонений, представленные в виде графиков

- $X1$ — степень цензурирования;
- $X2$ — коэффициент вариации;
- $X3$ — коэффициент вариации полных случайных величин;
- $X4$ — эмпирический коэффициент асимметрии;
- $X5$ — коэффициент эксцесса.

Еще пять параметров представляют собой математические выражения, составленные из стандартных характеристик выборки:

- $X6$ — отношение математического ожидания полных случайных величин к математическому ожиданию всех членов выборки;
- $X7$ — отношение математического ожидания цензурированных случайных величин к математическому ожиданию всех членов выборки;
- $X8$ — относительное отклонение математического ожидания от середины вариационного размаха;
- $X9$ — отношение медианы к математическому ожиданию;
- $X10$ — отношение моды к математическому ожиданию.

Все параметры измеряются в относительных единицах и не зависят от абсолютных значений случайных величин. Это сделано для того, чтобы можно было применять полученные уравнения к оборудованию со средними наработками на отказ разной величины.

2. Расчет оценок максимального правдоподобия.

3. Расчет зависимого параметра — отклонение оценки максимального правдоподобия от истинного значения по формуле

$$Y = \frac{\lambda}{\lambda_{\text{ОМП}}},$$

4. Построение регрессионных зависимостей. В результате исследований построены регрессионные математические модели, устанавливающие связь между отклонением оценки МП от истинного значения и параметрами, характеризующими структуру выборки. Для каждого объема выборки N построено свое уравнение регрессии.

Математические модели построены в классе линейных уравнений регрессии вида

$$\bar{y}(x) = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k. \quad (2)$$

Полученные уравнения регрессии позволяют повысить точность оценки максимального правдоподобия введением к оценке МП поправки $\bar{y}(x)$ по формуле

$$\lambda_{\text{кон}} = \lambda_{\text{ОМП}} \cdot \bar{y}(x), \quad (3)$$

где $\lambda_{\text{кон}}$ — конечная оценка параметра распределения;

5. В исследованиях была проведена оценка эффективности построенных уравнений регрессии. Для каждой сге-

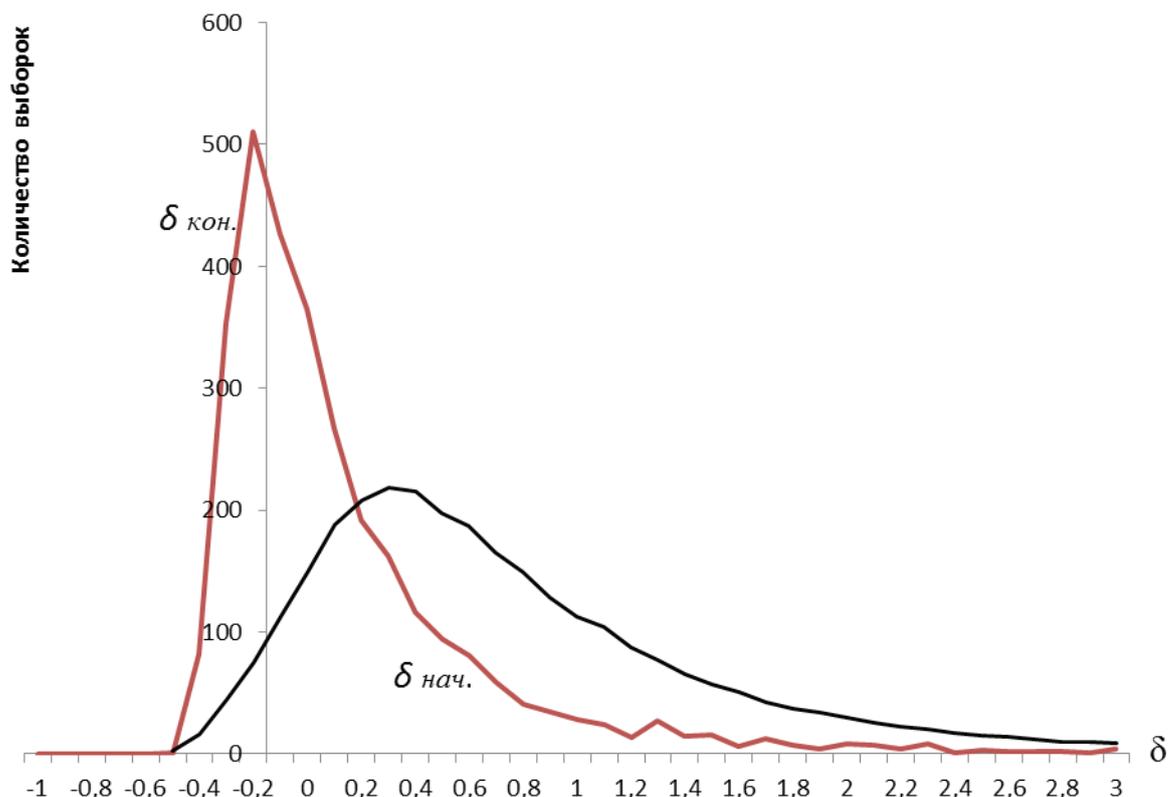


Рис.2. Начальные и конечные отклонения оценок МП для $N=5$

нерированной выборки по уравнениям регрессии (2) были рассчитаны поправки к оценке МП и конечная оценка параметра распределения по выражению (3).

Результаты исследований эффективности применения построенных уравнений регрессии для экспоненциального закона распределения показаны на рис. 2 — рис. 6.

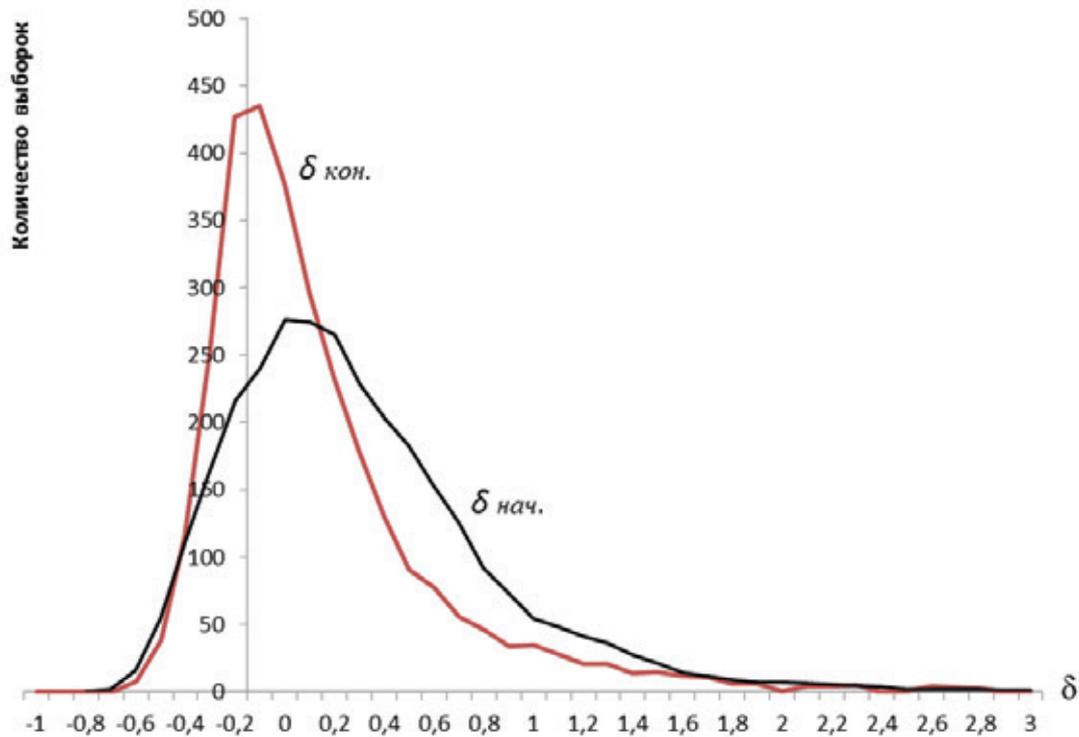


Рис. 3. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=10

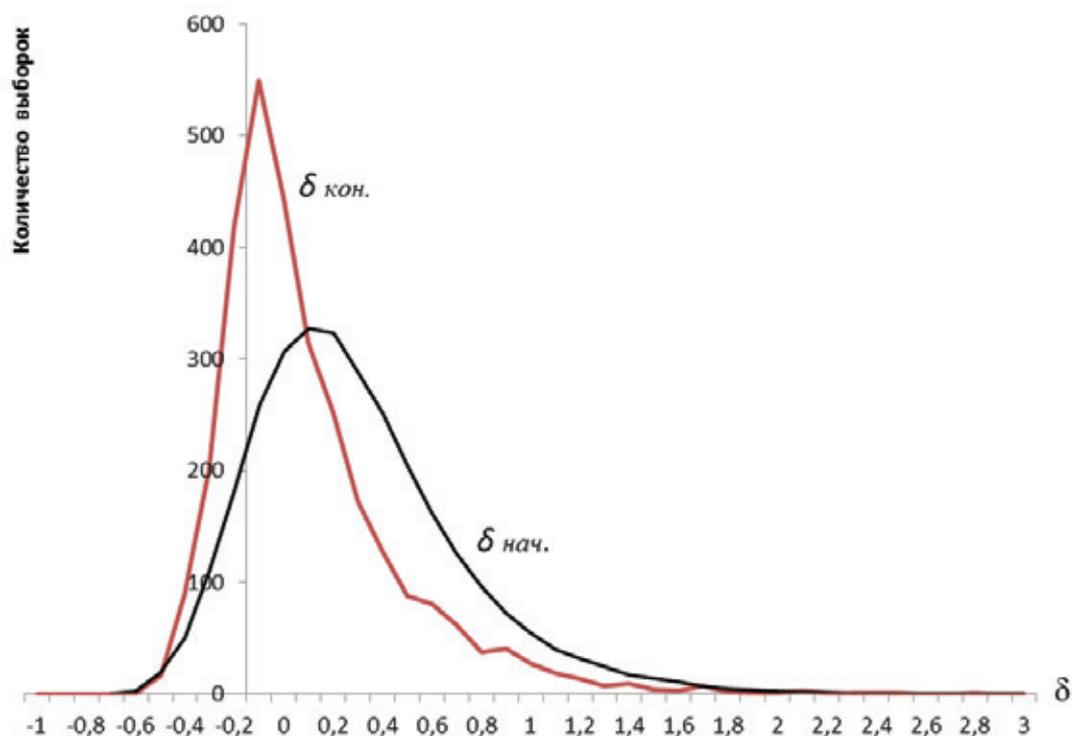


Рис. 4. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=15

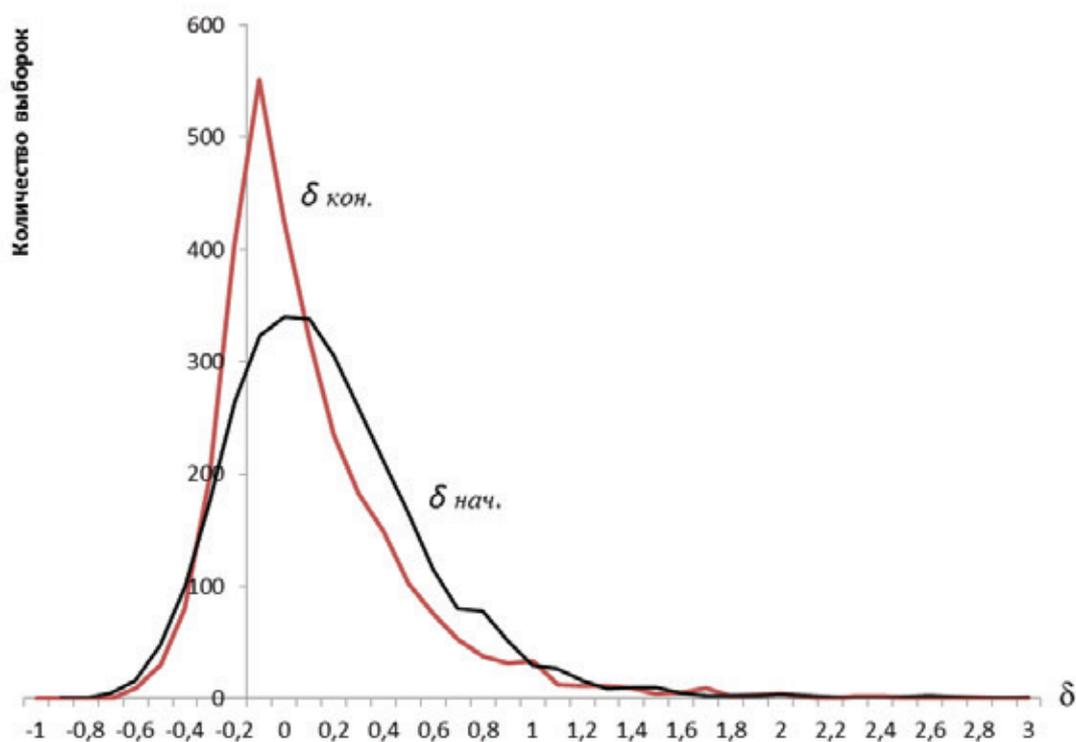


Рис. 5. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=20

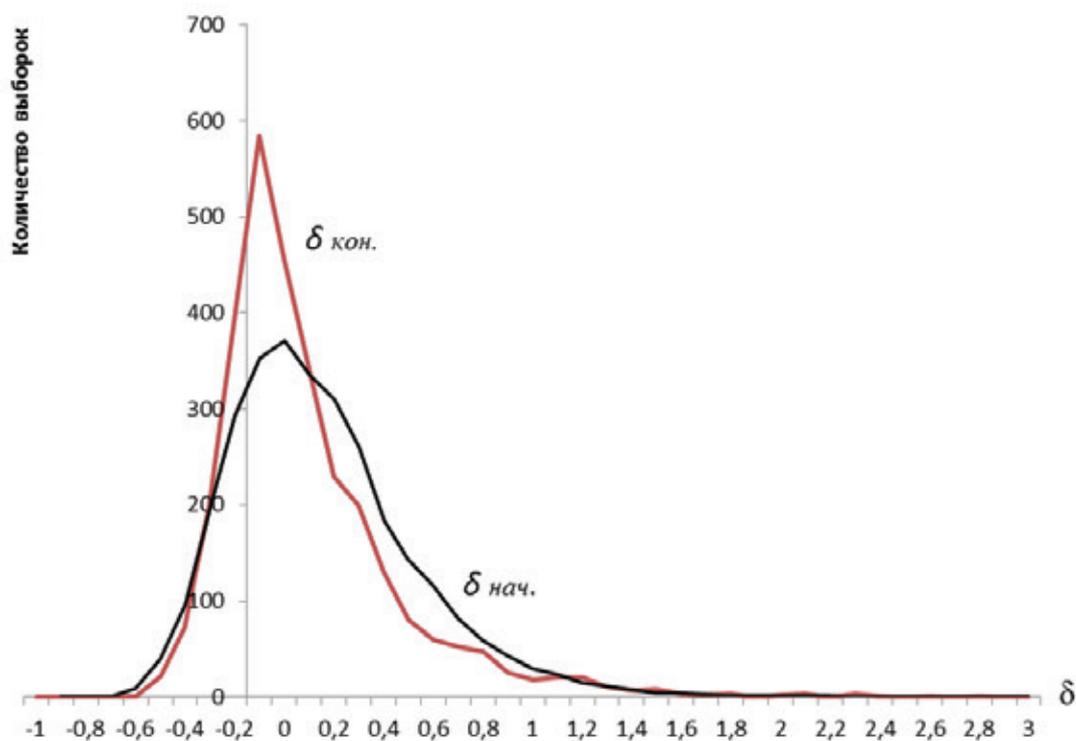


Рис. 6. Начальные и конечные отклонения оценок МП для N=25

Графики, приведенные на рис.2 — рис.6 показывают, что точность оценок МП после применения разработанных моделей и введения поправки значительно

возрастает. После введения поправки, относительные отклонения оценок от истинного значения параметров распределения, в зависимости от объема выборки N , не пре-

вышают 0,3–0,5, в то время как начальные отклонения могут быть больше 3. Наибольший эффект от введения поправок оценкам максимального правдоподобия экспоненциального распределения достигается при числе

членов выборки $N=5$. Окончательно можно сделать вывод о том, что введение поправок позволяет повысить точность оценок максимального правдоподобия, в зависимости от объема выборки, в 2–3 раза.

Литература:

1. ГОСТ 27.410–87. Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность. — М: Издательство стандартов, 1987 г.
2. ГОСТ 27.402–95. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ). Часть 1. Экспоненциальное распределение. — М: Издательство стандартов, 2002 г.
3. Баталова, З.Г., Благовещенский Ю.Н. О точности оценок ресурсов элементов изделий методом максимума правдоподобия при случайном усечении длительностей наблюдений // Надежность и контроль качества. — 1979. — № 9. с.12–20.
4. Бурдасов, Е.И., Зарифьянц И.Д., Дворникова Н.Н. Об оценке параметров нормального распределения по случайно цензурированной выборке // Надежность и контроль качества. — 1978. — № 6. — С.10–16.
5. Бурдасов, Е.И., Зарифьянц И.Д., Дворникова Н.Н., Аронов И.З. Исследование оценок параметров распределений при анализе результатов незавершенных испытаний.// Надежность и контроль качества, 1980. — № 12. с.47–55.
6. Петрович, М.Л., Давидович М.И. Статистическое оценивание и проверка гипотез на ЭВМ. — М.: Финансы и статистика, 1989. 189 с.
7. Русин, А.Ю. Имитационное моделирование процессов возникновения отказов электрооборудования с целью повышения эффективности системы технического обслуживания и ремонта. Дисс. на соиск. канд. техн. наук. — Тверь: ТГТУ, 1999. 214 с.

4. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Оценка уровня магнитного поля трансформатора

Ашуев Роман Михайлович, магистрант

Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

В настоящее время значительно возросло экологическое влияние на биологические объекты и на человека внешних электромагнитных полей, создаваемых электроустановками [1, 2]. Опыт эксплуатации устройств автоматического регулирования показал, что их нормальная работа нарушается при воздействии внешних магнитных полей различного электрооборудования [3], поэтому актуальна проблема оценки уровня магнитного поля электрооборудования на предприятиях.

Цель: оценка уровня магнитного поля электрооборудования предприятия.

Исходя из физических представлений и принципа наложения, внешнее поле можно представить как алгебраическую сумму полей обтекаемых током обмоток электрооборудования и различных намагниченных ферромагнитных узлов и деталей. Например, наиболее неблагоприятным случаем, при котором внешнее магнитное поле трехфазного трансформатора максимально, является однофазный режим, так как в трехфазном режиме поля отдельных фаз в значительной степени взаимно компенсируются.

Исходя из равенства магнитодвижущих сил обмоток трансформатора в режиме нагрузки и режиме холостого хода [4], расчет поля можно провести для режима холостого хода. При этом можно воспользоваться известной формулой для расчета внешнего магнитного поля обтекаемого током контура, на расстояниях, значительно превышающих его размеры [5]:

$$H_r = \frac{I_0 * w_1 * \pi * R^2}{2 * \pi * r^3} = \frac{I_0 * w_1 * R^2}{2 * r^3},$$

где H_r — радиальная составляющая напряженности внешнего магнитного поля трансформатора;

I_0 — ток холостого хода трансформатора;

w_1 — число витков первичной обмотки;

R — средний радиус первичной обмотки;

r — расстояние от центра трансформатора до точки наблюдения.

В качестве объекта исследования был принят трансформатор мощностью $S_n = 1,5$ кВА, напряжением $U_{н1}/U_{н2} = 380/220$ В. При этом был произведен расчет внешнего магнитного поля на расстоянии 0,8 м от данного трансформатора. В результате радиальная составляющая напряженности внешнего магнитного поля трансформатора составила $H_r = 0,128$ А/м, что значительно ниже предельно допустимого значения, которое для частоты $f = 50$ Гц составляет 4 кА/м.

Выводы

1. Напряженность магнитного поля на расстоянии 0,8 м от трехфазного трансформатора мощностью 1,5 кВт в 31250 раз меньше установленной нормы.

2. В результате проведения расчета установлено, что работа рядом с включенным в сеть трансформатором мощностью $S_n = 1,5$ кВА, напряжением $U_{н1}/U_{н2} = 380/220$ В практически безопасна для человека.

Литература:

1. Сотников, В.В. Анализ условий возникновения и отсутствия кулонова электрического поля в возбуждаемых металлических телах/ В.В. Сотников // Известия РАН. Энергетика, 2001, № 1. — с. 129–136.
2. Сотников, В.В. Обзор методов расчета внешнего магнитного поля электрических машин переменного тока/ В.В. Сотников // Известия РАН. Энергетика, 1994, 4. — с. 122–129.
3. Соколова, В.Н. Качество электрической энергии: проблемы оценки и сертификация: монография/ В.Н. Соколова. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. — 180 с.
4. Трансформаторы и электрические машины: лабораторный практикум/ В.В. Сотников, В.Г. Соловьев, В.Н. Соколова [и др.]. — Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2011. — 88 с.
5. Иванов-Смоленский, А.В. Электромагнитные поля и процессы в электрических машинах и их физическое моделирование/ А.В. Иванов-Смоленский. — М.: Энергия, 1969. — 304 с.

К выбору системы управления многокатушечным длинноходовым электромагнитом

Ромшин Ярослав Андреевич, магистрант
Тольяттинский государственный университет (Самарская обл.)

Одной из разновидностей электромагнитов постоянного тока являются так называемые длинноходовые электромагниты. Их обмотка зачастую состоит из нескольких независимых катушек, расположенных в пазу единого магнитопровода и соединенных магнитной связью. Использование нескольких катушек позволяет уменьшить тепловые потери и, соответственно, увеличить КПД устройства за счет того, что каждая катушка находится

в работе в течение времени $\frac{t}{n}$, где t — общее время движения якоря, n — количество катушек в обмотке.

Для того, чтобы обеспечить последовательное включение и выключение катушек необходима система управления, которая включает силовые ключи, обеспечивающие быструю коммутацию тока и схему формирования импульсов управления. В данной статье предлагается один из вариантов реализации такой системы.

Рассмотрим длинноходовой электромагнит, обмотка которого содержит три одинаковые катушки (рисунок 1).

Определено, что максимальная скорость достигается якорем при включении катушек в моменты времени, когда якорь прошел расстояние $1,1 \cdot R1$ от начала катушки, где $R1$ — внутренний радиус катушки [1]. Эти моменты времени обозначим t_1, t_2, t_3 соответственно для каждой катушки (рисунок 1). Каждому моменту времени соответствует своя точка старта, обозначим их x_1, x_2, x_3 соответственно.

Устройство электромагнита можно условно разделить на две части: силовая часть и логическая.

На рисунке 2 изображена принципиальная схема силовой части. Обмотка электромагнита включает катушки L1-L3 с общим магнитопроводом. В качестве коммутирующих ключей использованы полевые транзисторы с изолированным затвором VT1-VT3. Для управления такими транзисторами требуется сравнительно небольшой ток, который могут обеспечить выходы стандартных микросхем ТТЛ или К-МОП логики. Параллельно транзисторам подключены варисторы RU1-RU3, которые защищают транзисторы от выхода из строя при их выключении. Источником энергии служат предварительно заряженные конденсаторы (схема заряда не изображена).

Устройство работает следующим образом. В момент времени t_1 открывается транзистор VT1, конденсатор C1 разряжается на катушку L1, под действием электромагнитной силы якорь движется в направлении, указанном на рисунке 1, вторая и третья катушки отключены. При достижении якорем точки x_2 с помощью транзистора VT2 включается катушка L2, C2 разряжается на L2, одновременно с этим VT1 закрывается, L1 отключается. Аналогично в точке x_3 открывается транзистор VT3, включается катушка L3, VT2 закрывается, C3 разряжается. Когда якорь достигнет точки x_4 закрывается транзистор VT3, отключая L3. Остаточный ток замыкается по цепи L3-R1-VD1 и спадает до нуля. Условно цикл работы устройства может быть отражен в виде таблицы состояний транзисторов в соответствующие промежутки времени, где 0 — транзистор закрыт, 1 — транзистор открыт (таблица 1).

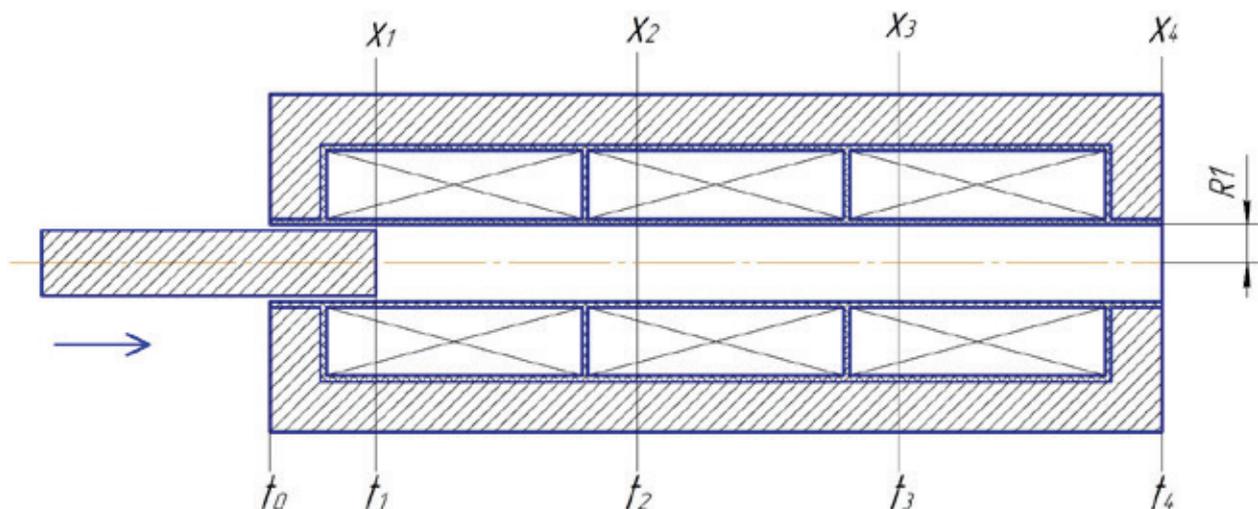


Рис. 1. Длинноходовой электромагнит

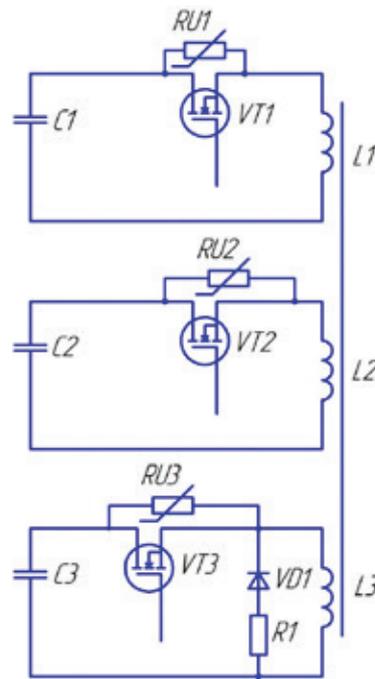


Рис. 2. Принципиальная схема силовой части электромагнита

Таблица 1

Алгоритм работы устройства

	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	$t_2 - t_3$	$t_3 - t_4$	$t_4 - \infty$
VT1	0	1	0	0	0
VT2	0	0	1	0	0
VT3	0	0	0	1	0

Для реализации данного алгоритма необходим генератор импульсов. В качестве генератора импульсов управления предлагается использовать три одновибратора (ждущих мультивибратора), запускаемых по очереди [2] (рисунок 3).

Микросхемы DA1 и DA2 содержат по два одинаковых одновибратора с возможностью запуска по фронту или по спаду. Питание микросхем осуществляется от однополяр-

ного источника постоянного напряжения $+U_n$. Делитель из резисторов R1 и R2 обеспечивает напряжение лог.1. Первый одновибратор в микросхеме DA1 запускается по фронту. Для этого необходимо подать на инверсный вход D1 лог.0, а на вход сброса R1 — лог.1. После замыкания ключа S1, на неинверсном входе D1 появится лог.1 и одновибратор запустится. На выходе Q1 сгенерируется

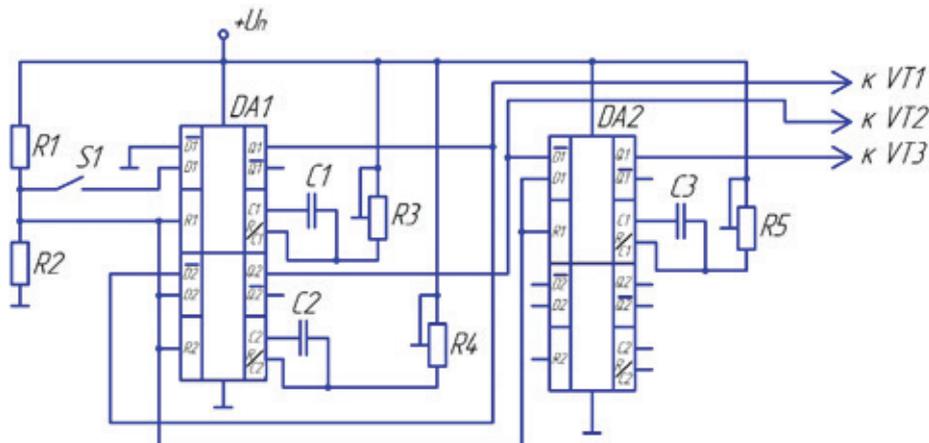


Рис. 3. Принципиальная схема логической части электромагнита

импульс амплитудой близкой к U_p . Длительность этого импульса определяется емкостью конденсатора $C1$ и сопротивлением резистора $R3$ согласно формуле

$$T_{и} = 0,7 R3 \cdot C1 \quad (1)$$

Изменяя сопротивление подстроечного резистора можно менять длительность выходного импульса.

С выхода $Q1$ импульс подается на затвор транзистора $VT1$ и параллельно на инверсный вход $D2$ одновибратора, который настроен на запуск по спаду входного импульса. Для задания режима работы по спаду необходимо подать лог.1 на неинверсный вход $D2$ и вход сброса $R2$.

Через время $t = T_{и1}$ на выходе $Q1$ установится 0, а на выходе $Q2$ появится импульс, длительность которого аналогично первому одновибратору задается элементами $C2$, $R4$. С выхода $Q2$ импульс поступает на затвор транзистора $VT2$ и на инверсный вход $D1$ одновибратора в микросхеме $DA2$, который также настроен на запуск по спаду. По окончании второго импульса длительностью $T_{и2}$ на выходе $Q2$ микросхемы $DA1$ установится 0, а на выходе $Q1$ микросхемы $DA2$ сгенерируется импульс длительностью $T_{и3}$, определяемой элементами $C3$, $R5$. После завершения цикла на всех выходах $DA1$ и $DA2$ установится 0.

Таким образом осуществляется генерация трех последовательных импульсов с независимой друг от друга длительностью. Преимущество использования такой схемы в том, что длительность генерируемого ждущим мультивибратором импульса не зависит от длительности запускающего импульса. Кроме того, во время генерации выходного импульса ждущий мультивибратор нечувствителен к изменению входных сигналов, что исключает случайный запуск и повышает стабильность работы.

На рисунке 4 изображена полная принципиальная схема электромагнита.

В схеме помимо уже описанных элементов присутствуют резисторы $R6$ - $R8$ в затворных цепях транзисторов,

служащие для ограничения тока управления. Истоки транзисторов объединены и соединены с общей точкой схемы управления, так как относительно них подается напряжение управления.

Рассмотрим пример расчета и выбора элементов схемы.

Для генератора импульсов используем две микросхемы $K155AG3$. Каждая из них содержит два одинаковых одновибратора [3]. Микросхемы серии $K155$ используют ТТЛ логику, поэтому для их питания используем стабилизированный источник напряжением 5 В. Напряжение высокого уровня для ТТЛ логики составляет $> 2,4$ В. Исходя из этого выбираем сопротивления $R1$ и $R2$ такими, чтобы в средней точке делителя было напряжение $\approx 2,5$ В. Пусть сопротивление $R1 = 1$ кОм, тогда $R2 = 1000/2 = 500$ Ом, т.к. соотношение входного и выходного напряжения делителя составляет $5/2,5 = 2$.

Определяем параметры времязадающих цепочек. Пусть длительности выходных импульсов соответственно равны $T_{и1} = 10$ мс, $T_{и2} = 8$ мс, $T_{и3} = 12$ мс. Задаемся значением емкостей конденсаторов: $C1 = C2 = C3 = 10$ мкф и по формуле 1 определяем $R3$, $R4$, $R5$:

$$R3 = \frac{T_{и1}}{0,7 \cdot C1} = \frac{0,01}{0,7 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 1428 \text{ Ом};$$

$$R4 = \frac{T_{и2}}{0,7 \cdot C2} = \frac{0,008}{0,7 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 1142 \text{ Ом};$$

$$R5 = \frac{T_{и3}}{0,7 \cdot C3} = \frac{0,012}{0,7 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 1714 \text{ Ом}.$$

Для всех трех цепочек выбираем из стандартного ряда подстроечный резистор сопротивлением 2 кОм.

Выбираем силовые транзисторы, исходя из условия, что напряжение управления составляет $\approx 4,5$ В. Например,

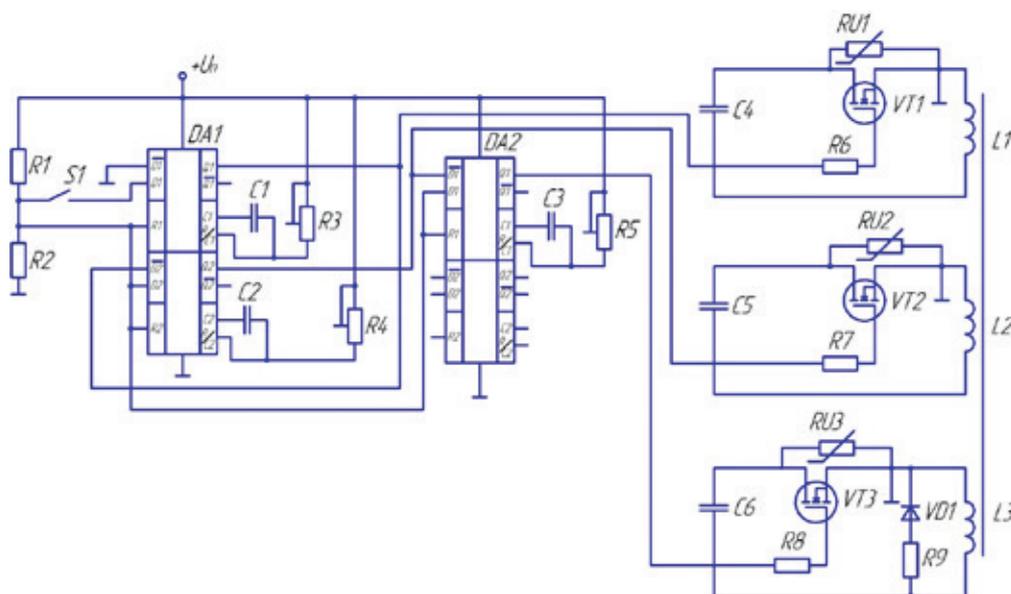


Рис. 4. Принципиальная схема электромагнита

можно использовать п-канальный полевой транзистор FDP15N40 [4]. Согласно документации минимальное напряжение затвор-исток оставляет 3 В, максимальное — 5 В. Также стоит обратить внимание на параметры максимального напряжения сток-исток $U_{СИ\max}$ и максимального тока стока $I_{С\max}$. Допустим напряжение на конденсаторах С4-С6 не будет превышать 250 В, а максимальный ток в катушках составит не больше 10 А. Сравним эти значения с параметрами транзистора: $U_{СИ\max} = 400$ В, $I_{С\max} = 15$ А. Видим, что и по току, и по напряжению имеем запас в 1,5 раза, значит в данной схеме допускается использование данного транзистора.

Резисторы R6-R8 выбираем исходя из необходимого тока управления $I_{упр}$, который определяется требуемым временем включения транзисторов по формуле:

$$I_{упр} = \frac{Q}{t_{он}}, \quad (2)$$

где Q — заряд, необходимый для полного открытия транзистора, $t_{он}$ — время включения транзистора.

Пусть необходимое время включения $t_{он} = 10$ мкс, Заряд определяем из документации $Q = 10$ нКл. Тогда по формуле 2

$$I_{упр} = \frac{10 \cdot 10^{-9}}{10 \cdot 10^{-6}} = 1 \text{ мА.}$$

При условии, что время включения для всех транзисторов одинаковое, определяем сопротивления R6-R8:

$$R6 = R7 = R8 = \frac{U_{ЗИ}}{I_{упр}} = \frac{4,5}{0,001} = 4,5 \text{ кОм,}$$

где $U_{ЗИ} = 4,5$ В — напряжение управления.

Параллельно транзисторам в качестве ограничителей напряжения подключены варисторы, которые выбираются по напряжению ограничения $U_{огр}$ из условия $U_{С\max} < U_{огр} < U_{СИ\max}$, где $U_{С\max}$ — максимальное напряжение на соответствующем конденсаторе (С4-С6), $U_{СИ\max}$ — максимальное напряжение сток-исток для выбранного транзистора.

Диод VD1 выбирается по значениям максимального обратного напряжения, которое не должно быть меньше $U_{С\max}$, и максимального прямого тока, который должен быть больше тока через L3.

Представленная система управления обладает рядом преимуществ. Первое из них — это простота реализации и доступность компонентов. Второе — стабильность в работе и высокая помехоустойчивость. Третье — низкое потребление энергии, особенно при использовании микросхем ТТЛ-логики. Стоит отметить, что микросхемы К155АГ3 можно заменить на аналогичные микросхемы, использующие К-МОП логику, К555АГ3. Формулы расчета при этом остаются прежними, однако напряжение источника питания придётся увеличить до 12 В, но при этом облегчается выбор силовых ключей, потому что у большинства полевых транзисторов минимальное напряжение управления составляет 10 В.

Литература:

1. Ивашин, В.В. Исследование длинноходового электромагнитного преобразователя на поперечных потоках [Текст] / В.В. Ивашин, В.А. Медведев; Тольяттинский политехнический ин-т. — Тольятти, 1990 — 16 с.: схемы.
2. Шелестов, И.П. Радиолюбителям: полезные схемы. Книга 1 [Текст] / И.П. Шелестов. — М.: СОЛОН, 1998—187 с.: схемы.
3. Интегральные микросхемы: Справочник [Текст] / Б.В. Тарабрин, Л.Ф. Лунин, Ю.Н. Смирнов и др.; Под ред. Б.В. Тарабрина. — М.: Радио и связь, 1984—528 с.: ил.
4. Fairchild Semiconductor [Электронный ресурс]. 2014. URL: <http://www.fairchildsemi.com>. (Дата обращения: 20.12.2014).

5. ЭНЕРГЕТИКА

Электроэнергия. Задачи следующих десятилетий

Биятто Елена Вениаминовна, студент;

Шарманова Галина Юрьевна, студент;

Привалихина Ксения Константиновна, студент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово)

Развитие электроэнергетики определяется многими факторами, и перед ней постоянно встают новые задачи, призванные изменить способ производства, распределения и использования электроэнергии. В условиях постоянного роста энергопотребления, большая часть которого приходится на развивающиеся страны, региональные различия в способе потребления электроэнергии, скорее всего, будут увеличиваться. В странах с развитой экономикой стареющая инфраструктура порождает сложные проблемы и создает высокий спрос на технологии, которые смогли бы защитить окружающую среду и снизить энергопотребление. В странах с развивающейся и быстрорастущей экономикой большая потребность в электроэнергии вынуждает делать огромные инвестиции в новую инфраструктуру для производства, передачи и распределения электроэнергии [2].

Основной задачей, стоящей перед всеми странами, является надежная передача электроэнергии. Главная проблема кроется здесь в затратах на модернизацию существующих сетей и строительство новых. Особенно остро

эта проблема стоит перед производителями оборудования, в связи с недостатком материалов и тем фактом, что стареющие основные фонды требуют все большего и большего обслуживания. Для снижения эксплуатационных расходов и повышения эффективности нужно сфокусировать внимание на снижении энергопотерь и на изменении способов потребления и продажи электроэнергии.

Рост потребностей в электроэнергии происходит почти равномерно, при этом значительная его часть приходится на долю развивающихся стран (с учётом региональных различий в способах выработки, распределения и использования электроэнергии). В странах с развитой экономикой старение энергетической инфраструктуры уже становится непростой проблемой. В странах с прогрессирующей экономикой надо строить новые энергоустановки, а потребность в технологиях, которые позволили бы защитить окружающую среду и снизить интенсивность энергопотребления, становится глобальной (рис. 1) [1].

Хотя «набор» источников для выработки энергии вряд ли существенно изменится, тем странам, которые уве-

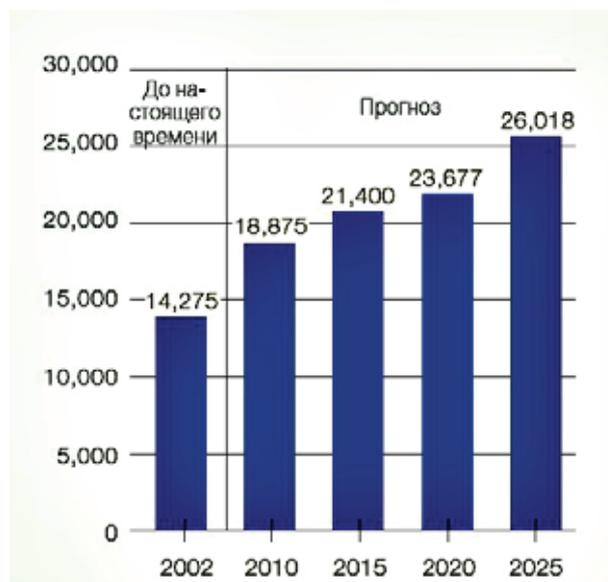


Рис. 1. Мировое потребление электроэнергии в 2002–2025 гг. в млрд. кВт/ч (источник: Международное Агентство Энергетики)

личивают в этом «наборе» долю возобновляемых источников, придётся столкнуться с проблемой надёжности своих энергосистем. Сети передачи и распределения электрической энергии во многих местах земного шара работают почти на пределе своих возможностей и, хотя сооружаются новые сети, особенно в странах Азии с быстро развивающейся экономикой, их сооружение отстаёт от растущих потребностей в электроэнергии.

Сбережение электроэнергии прямо влияет на производство, бизнес и домашнее хозяйство. Технологии, способствующие энергосбережению или повышению эффективности, распространяются всё больше. Снизить потери в сетях можно за счёт применения силовых полупроводниковых приборов с малыми собственными потерями и высоким КПД. Устойчивую экономию электроэнергии можно достичь применением более совершенных электродвигателей и регулируемых приводов, содержащих узлы силовой электроники [1].

Спрос на электроэнергию тесно связан с экономическим ростом, особенно в странах с быстроразвивающейся экономикой. По оценкам Международного энергетического агентства (IEA) в период с 2007 по 2030 год суммарное энергопотребление в странах с развивающейся экономикой будет расти в среднем на 4 процента в год. В отличие от этого, прогнозируемый рост энергопотребления в странах с развитой экономикой составит в среднем 1,5 процента в год, а в странах Восточной Европы и бывшего Советского Союза с переходной экономикой — в среднем 3,5 процента. Ожидается, что лидерами роста энергопотребления будут Китай и США, которые за эти 23 года увеличат ежегодное потребление электроэнергии на три и два миллиарда киловатт-часов, соответственно.

Самый медленный рост энергопотребления ожидается в Западной Европе и Японии — на уровне 0,4 и 0,6 процента, соответственно, в коммунальном секторе, и 0,8 и 0,9 процентов, соответственно, в коммерческом секторе. Основными причинами столь малого роста энергопотребления являются стабильный уровень или даже небольшое снижение численности населения, распространение информационных и коммуникационных технологий и переход на экономичные способы обогрева и охлаждения [2].

Ожидается, что в ближайшие два десятилетия, обширный рост потребления электроэнергии сохранится на прежнем уровне и потребует порядка 10 000 миллиардов долларов вложений в новую электрическую инфраструктуру, причем почти половина этой суммы будет потрачена на системы передачи и распределения.

В настоящее время многие электрические компании основной своей задачей считают повышение надежности. Влияние низкой надежности на общество в целом может быть весьма разрушительным.

Одновременно с надежностью, все больше внимания уделяется качеству поставляемой энергии. Некоторым отраслям, таким как нефтехимическая или полиграфи-

ческая промышленность, а также больницам и другим критическим потребителям необходимо электропитание высокого качества. Потребность в качественной электроэнергии особенно высока в странах с развитой экономикой с обширной информационной и коммуникационной инфраструктурой, но в ближайшие десятилетия превратится, скорее всего, в глобальную проблему.

Усилия, направленные на снижение энергопотерь, стимулируются также факторами, связанными с охраной окружающей среды.

В среднем системы передачи и распределения электроэнергии теряют от 6 до 7 процентов передаваемой энергии.

Потери электроэнергии в развивающихся странах оцениваются в 30 процентов, хотя здесь важно различать технические и коммерческие потери (последние учесть невозможно и вызваны они, как правило, нелегальными подключениями). Технические потери редко превышают 20 процентов.

Высокий уровень коммерческих потерь может оказывать разрушительное воздействие на системных операторов: если они не смогут собрать полученную прибыль, они не смогут накопить достаточно средств для инвестиций.

Причем к снижению затрат стремятся не только электрические компании. Экономия электроэнергии оказывает непосредственное влияние на работу промышленных предприятий, коммерческих компаний и коммунального сектора. Это порождает спрос на экономичное электрооборудование, такое как двигатели, приводы и бытовые приборы [2].

Технический и информационный прогресс не стоят на месте, существует множество разработок и технологий снижения потерь и повышения энергоэффективности.

Так, новые технологии для промышленных и коммерческих приложений, такие как встроенные системы обогрева и охлаждения в зданиях, улучшенные типы аккумуляторов для гибридных автомобилей и широкое распространение скоростных поездов повысят спрос на качественную электроэнергию. Технологический прогресс в области ветровых установок изменит структуру потоков энергии в электросетях, аналогичный эффект окажут новые типы генераторов на низковольтной стороне и крупные ветровые электростанции.

Развитие технологий статической компенсации реактивной мощности и накопления энергии позволит подключать к существующим сетям новые источники электроэнергии. Новые типы аккумуляторов, более компактные, нежели традиционные свинцово-кислотные аккумуляторы, уже оказали заметное воздействие, но все же остаются частными случаями решения проблемы. В качестве других способов сохранения энергии путем преобразования ее в другую форму, используются маховики, сжатый воздух, гидроэлектростанции с накачкой.

Для повышения пропускной способности электросетей давно используются фазосдвигающие трансформаторы и продольные компенсаторы. Силовые электронные

устройства позволяют управлять электросетями, а новые гибкие системы передачи переменного тока (FACTS) повышают управляемость. Новые концепции, подобные унифицированному контроллеру энергетических потоков (UPFC) и трансформатору переменной частоты (VFT), еще должны завоевать доверие потребителей. Системы мониторинга, подобные фазорным измерительным приборам, постепенно внедряются в сети передачи электроэнергии и, если получат широкое распространение, смогут улучшить характеристики системы в предельных режимах.

Также, новые технологии должны упростить техническое обслуживание. Переход с масляной изоляции на сухую и от пружинных приводов к электрическим в автоматических выключателях является примером внедрения информационных технологий в процессы технического обслуживания. Онлайн-анализ первичного оборудования, такого как трансформаторы, облегчается за счет применения специальных программ, которые позволяют оценивать состояние оборудования в реальном масштабе времени. Имеется также и постоянно совершенствуется программа оценки риска для профилактического обслуживания критических компонентов сети.

Все шире распространяются технологии, экономящие энергию или повышающие КПД. Силовые полупроводниковые приборы с высоким КПД снижают потери в электросетях, новые методы обработки материалов, подобные лазерной резке пластин трансформаторов, и улучшенные свойства самих материалов могут привести к дополнительному повышению эффективности. Традиционные лампы накаливания заменяются электролюминесцентными лампами, а с недавнего времени — светодиодами.

Литература:

1. Ф. Пиннекамп. Мир в 2015 году — тенденции и движущие силы. [Электронный ресурс] URL: <http://www.energyfoto.ru/>
2. Б. Юкер, П. Леупп, Т. Сьоквист. Электроэнергия. [Электронный ресурс] URL: <http://www.energyfoto.ru/>

Диагностика повреждения короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя

Васильева Юлия Захаровна, бакалавр;

Полищук Владимир Иосифович, кандидат технических наук, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Введение. При эксплуатации асинхронных двигателей (АД) повреждения в обмотке ротора (беличьей клетке) является довольно распространенным дефектом, до 10% от всех повреждений в зависимости от мощности и типа машины [1]. Диагностировать механические повреждения в короткозамкнутой обмотке ротора АД крайне сложно ввиду отсутствия источников информации об электрических параметрах в обмотке ротора. Основным направлением исследований по диагностике таких повреждений

Кроме того, постоянное снижение потерь электроэнергии достигается за счет применения более совершенных двигателей и регулируемых приводов на основе силовых электронных устройств.

Также существуют следующие способы снижения потерь: применение сверхпроводящих материалов (сейчас уже имеется несколько типов сверхпроводящих материалов, среди которых самым новым является диборид магния); применение материалов с хорошей изоляционной способностью; компактные автоматические выключатели и коммутационное оборудование с газовой изоляцией (занимают меньше места и позволяют устанавливать подстанции внутри помещений); замена маслостойкой изоляции изоляцией из сшитого полиэтилена (XLPE) (позволит вдвое увеличить допустимую длину кабелей переменного тока и сделала экономически выгодной прокладку длинных подземных высоковольтных линий постоянного тока (HVDC)); оборудование домов счетчиками, измеряющими почасовое потребление (почасовая тарификация) [2].

С каждым годом в сфере энергетики появляются все новые проблемы, связанные как с ростом потребления электрической энергии, так и с улучшением ее качества, повышением надежности и эффективности энергоснабжения, решать которые нужно с помощью новых инновационных технологий и мероприятий.

Разработки и технологии, рассмотренные в данной статье, помогут достичь поставленных задач по снижению потерь энергии и повышению энергоэффективности на следующие десятилетия, но предстоит еще преодолеть немало препятствий по внедрению этих мероприятий.

считается частотный анализ статорных токов и напряжений [2], поскольку, любые повреждения в цепях ротора искажают магнитное поле АД, и, следовательно, в статорных токах и напряжениях должны проявляться искажения в зависимости от конкретного вида дефекта, произошедшего в роторных цепях.

Спецификой работы АД является переменная скорость вращения ротора в зависимости от нагрузки на валу, а, следовательно, и поврежденный дефект обмотки ротора

наводит искажение в форме тока статора с непостоянной периодичностью [3]. Использование спектрального анализа оправдывается для стационарных сигналов, которые имеют периодический характер. Наличие нестабильности спектра Фурье при разложении статорного тока не даст однозначной трактовки технического состояния «беличьей клетки». Перспективным может быть направление декомпозиции токов статора на основе вейвлет-разложения [4].

Постановка задачи. На основе экспериментально снятых данных исследовать возможность применения вейвлет-преобразования для выявления диагностического признака механического повреждения короткозамкнутой обмотки АД.

Экспериментальные данные и их обработка. На рис.1 приведены осциллограммы токов фаз АД при наличии трещины в стержне обмотки ротора.

Сигналы фазных токов снимались с помощью гальванически развязанных датчиков тока и через плату ввода сигналов с АЦП подавались на компьютер. Затем массивы цифровых значений обрабатывались в программе MATLAB в которой имеются различные вейвлет функции

Непрерывное прямое вейвлет-преобразование производится на основе выражения:

$$C(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) a^{-1/2} \psi\left(\frac{t-a}{b}\right) dt,$$

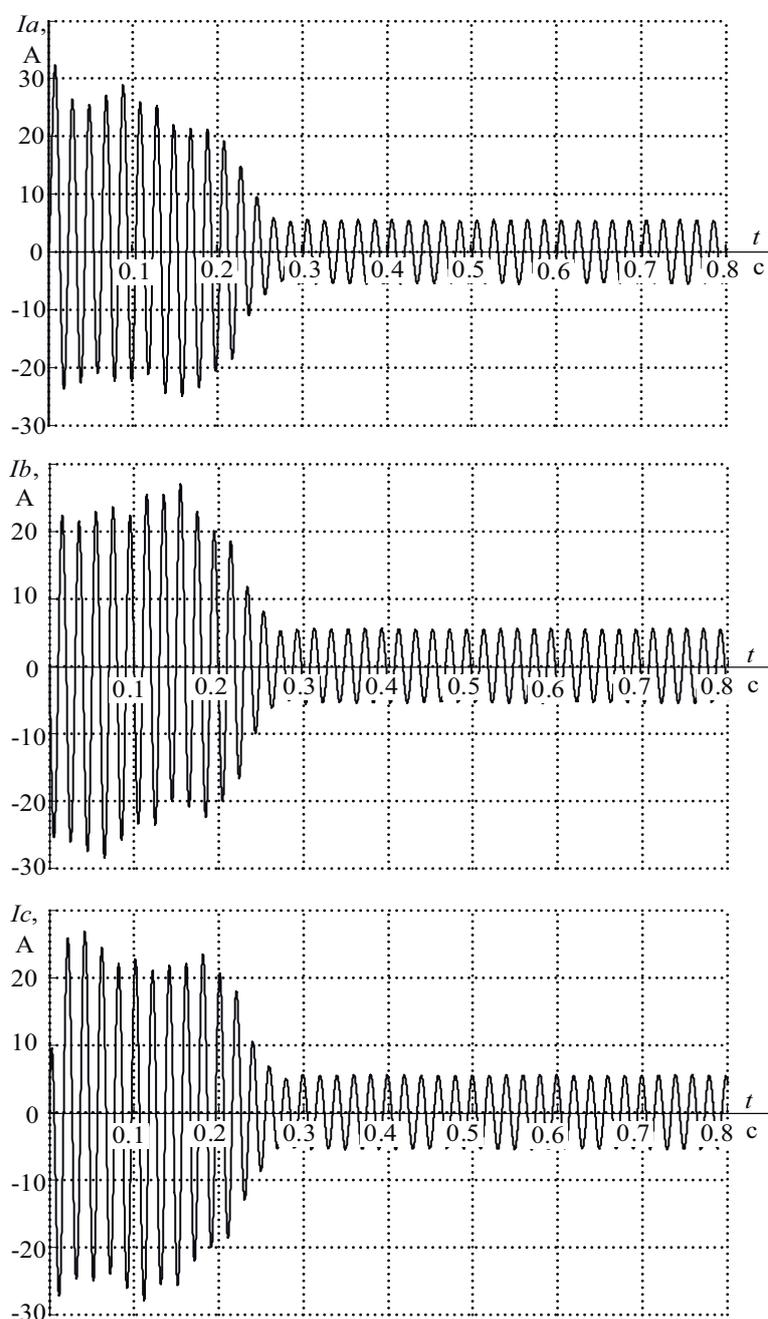


Рис. 1. Осциллограммы токов фаз АД при наличии трещины в стержне обмотки ротора

где $C(a, b)$ вейвлет-коэффициенты; a — параметр масштаба; b — параметр времени; $\Psi_{a,b}$ — базисная функция.

Большие значения a соответствуют низким частотам, а маленькие значения b — высоким [5].

Условие конечности ограничивает набор функций, которые можно использовать в качестве вейвлетов:

$$C_\Psi = \int_{-\infty}^{\infty} (|\Psi(\omega)|^2 / \omega) d\omega < \infty$$

В качестве базисных функций могут быть выбраны любые функции, в том числе скачкообразные, импульсные, тригонометрические и т.д. Число вейвлетов, которое используется при разложении определяет уровень декомпозиции сигнала. При анализе экспериментальных данных был использован вейвлет Хаара. Как показал сопоставительный анализ токов фаз статора АД с повреждением и без повреждения существенных различий не выявлено.

В виду того, что искажение передается через магнитное поле, а оно общее для всей машины, то было решено подвергнуть вейвлет-анализу результирующий модуль токов статора определяемый по формуле:

$$i_s = \sqrt{\frac{2}{3}(i_A^2 + i_B^2 + i_C^2)},$$

где: i_A, i_B, i_C — мгновенные значения токов обмоток статора.

На рис. 2 представлен результирующий модуль токов статора при пуске АД с повреждением рис 2, б и без повреждения рис.2, а. Как видно из рис.1 и рис. 2 искажение вызванное обрывом стержня незначительны в токах фазы и, более информативно проявляет себя в результирующем модуле токов статора.

Используя вейвлет Хаара, результирующий вектор модуля токов статора был разложен на компоненты, а затем восстановлен с помощью процедуры обратного вейвлет-преобразования из коэффициентов декомпозиции соответствующих уровней.

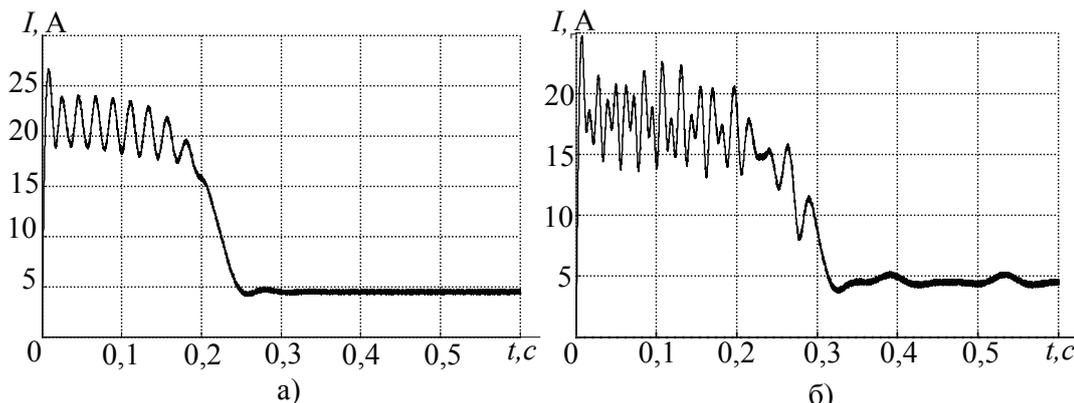


Рис. 2. Результирующий модуль токов статора в режиме пуска АД: а) — без повреждения; б) — при обрыве стержня

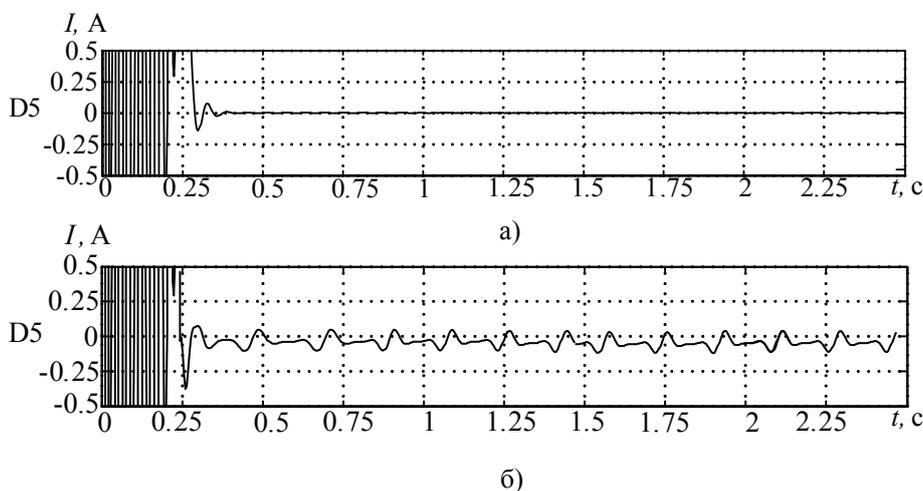


Рис. 3. Графики составляющей D5: а) — без повреждения; б) — с обрывом

На рис. 3 показаны графики пятого составляющего сигнала декомпозиции результирующего модуля токов статора (D5). Во остальных коэффициентах детализации изменения не наблюдались.

Компонент D5 реагирует на обрыв стержня ротора и при увеличении количества оборванных стержней амплитуды его пульсаций увеличивается, что служит однозначным диагностическим признаком наличия дефекта.

Литература:

1. Сивокобыленко, В. Ф., Костенко В. И. Причины повреждения электродвигателей в пусковых режимах на блочных тепловых электростанциях // Электрические станции. — 1974. — № 1. — с. 33–35.
2. Рогачев, В. А. Диагностирование эксцентриситета ротора асинхронных электродвигателей по гармоническому составу тока статора: Дис... канд. тех. наук.: 05.09.01. — Новочеркасск, 2008. — 173 с.
3. Купцов, В. В. Разработка метода диагностирования АД на основе конечно-элементной модели: Дис... канд. техн. наук.: 05.09.03. — Магнитогорск, 2010. — 142 с.
4. В. И. Полищук, Глазырин А. С., Глазырина Т. А. Функциональная вейвлет-диагностика состояния обмоток роторов трехфазных электрических машин // Электричество. — 2012. — № 6. — С. 42–45.
5. Дьяконов, В. П. Вейвлеты: От теории к практике / В. П. Дьяконов. — М.: Солон-Р, 2002. — 448 с.

Выводы

Использование вейвлет-разложения на компоненты при анализе токов статора для выявления повреждения в обмотке ротора АД более информативно чем спектральный анализ.

Вейвлет-разложение результирующего модуля токов статора является предпочтительным, так как в этом случае информационный признак повреждения проявляется сильнее, чем при вейвлет-разложении токов отдельных фаз.

Проведение энергетического аудита на промышленном предприятии

Иванова Екатерина Юрьевна, магистрант;

Иванов Александр Геннадьевич, магистрант

Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

На сегодняшний день вопрос повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов является одним из основных направлений государственной политики Российской Федерации, в сфере экономики и сформулирован в качестве приоритетной задачи энергетической стратегии России [1].

Энергоаудит — это анализ энергопотребления предприятия, опирающийся на проведенные измерения и собранные данные, проведенный предприятием, имеющим лицензию на проведение данного вида деятельности. Иными словами, энергоаудит — это процедура, с помощью которой можно выяснить, как используются энергоресурсы на предприятии, и как можно уменьшить потребление энергоресурсов на предприятии, на котором проводился энергоаудит.

В данной статье постараемся рассмотреть основные виды энергоаудита промпредприятий, цели, и задачи, а также состав работ на примере конкретного предприятия.

В настоящее время государство принимает все более активное участие в сфере стимулирования энергоэффективности основных средств предприятий, в виду высокой энергоемкости экономики. Участие государства обусловлено принятием огромного количества нормативной документации, направленных на энергоэффективность и энергосбережение. [2, 3].

Постоянный рост тарифов на топливно-энергетические ресурсы в первую очередь влияет на себестоимость продукции, поэтому мероприятия, направленные на повышение эффективности использования энергоресурсов являются первостепенной задачей для современных промпредприятий (Рис. 1). [4].

Основными целями энергоаудита промпредприятий являются:

1. Выявление источников нерациональных энергетических затрат и неоправданных потерь энергии.
2. Определение показателей энергетической эффективности.
3. Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
4. Разработка целевой, комплексной программы энергосбережения.

Решение представленных задач делается возможным лишь при реализации комплексного подхода к повышению энергоэффективности производства, в который включены: сбор информации о текущем состоянии системы, анализ собранной информации, выработку энергосберегающих мероприятий, реализацию предложенных мероприятий, а также повторный сбор данных и анализ результатов выполненных работ по повышению энергоэффективности.

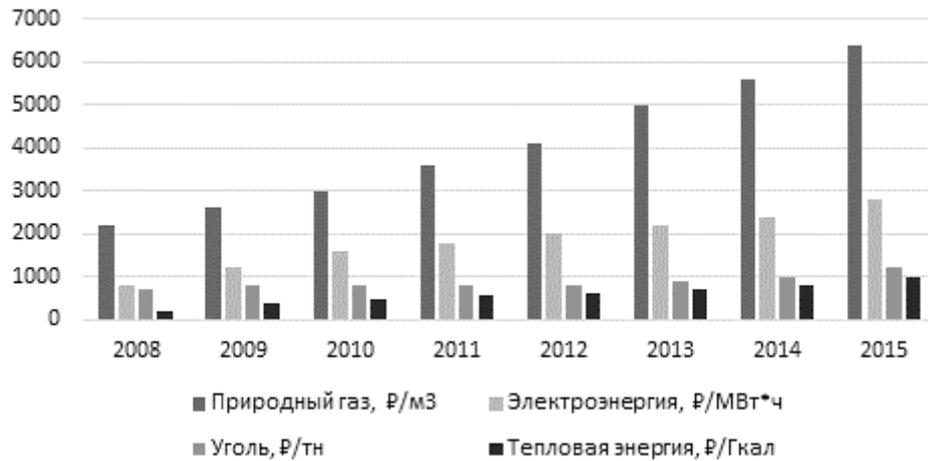


Рис. 1. Усредненные тарифы на энергоресурсы

Из вышесказанного видно, что первостепенным является проведение энергоаудита.

В зависимости от задач, решаемых при помощи энергоаудита, различают несколько его видов: инструментальное обследование, экспресс-аудит и комплексный аудит.

Составление энергетического паспорта предприятия является промежуточным этапом энергоаудита. К сожалению, на сегодняшний день он представлен в виде формализованного документа, а практическое его применение представляется затруднительным.

В течение 2012 года ООО «Марийский ЦСЭ» было проведено комплексное обследование предприятия ОАО «Марбиофарм» [5]. Энергоаудиторами были сформулированы и поставлены следующие цели:

— документарное и инструментальное обследование предприятия с целью выявления источников и причин

потерь энергоресурсов, а также их нерациональных затрат;

— составление топливно-энергетического баланса предприятия;

— разработка мероприятий по ликвидации потерь и нерациональных затрат энергоресурсов, а также по повышению энергоэффективности предприятия;

— разработка технико-экономических обоснований для всех рекомендаций;

— разработка Энергетического паспорта;

— создание программы повышения энергетической эффективности предприятия.

При анализе результатов энергоаудита предложена реализация 26 мероприятий по повышению энергоэффективности предприятия, в том числе 13 мероприятий со сроками окупаемости менее 5 лет. Согласованный срок внедрения составлен на период 2013–2014 г.г.

Литература:

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г.
2. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009.
3. Указ Президента РФ № 889 от 04.06.2008 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
4. Россия в цифрах. 2009: Краткий статистический сборник/Росстат. — М., 2009.
5. Энергетический паспорт ОАО «Марбиофарм», 2012

7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Обоснование параметров устройства к глубокорыхлителю для глубокого внесения органоминеральных удобрений в условиях Туркменистана

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, главный специалист
Министерство охраны природы Туркменистана (г. Ашхабад)

Мухамметмырадов Какамырат, главный специалист
Министерство финансов и развития Туркменистана (г. Ашхабад)

Ключевые слова: аэрационный дренаж, глубокорыхлитель, аридная зона, водно-воздушный режим почв, удобрение, хлопчатник.

Цели и задачи исследования — обеспечение ресурсосбережения, сохранения почвенного плодородия при возделывании хлопчатника в условиях Туркменистана путем механико-технологического освоения особенностей и научных и агротехнических основ совершенствования разработки универсальных агромелиоративных машинных агрегатов, направленной на снижение трудовых, энергетических и материально-денежных затрат и повышения плодородия почвы в севооборотах.

Улучшение водопроницаемости и водного режима при глубоком рыхлении почвы связано с улучшением воздухопроницаемости аэрации. Этот комплекс условий благоприятствует развитию микробиологической деятельности и улучшению количества растворимых питательных веществ во всём корнеобитаемом слое культурных растений. Следовательно, для нарезки аэрационного дренажа и рыхления подпахотного уплотненного слоя теоретически и экспериментально исследованы и разработаны оптимальные параметры аэрационного дренажа и глубокорыхлителя (НАД-2–60), на ней также можно установить приспособление для внесения органоминеральных жидких удобрений (НАД-2–60М).

Влажность грунта в придренной области будет находиться в пределах 22–25 процентов и со временем деформированный дренами влажный грунт консолидируется до природной прочности.

В качестве рабочей жидкости, помимо воды, может быть использована навозная жижа или раствор, содержащий личинки дождевых червей. Подача жидкости в вертикальный нож может производиться насосом, имеющим привод от тягового трактора. Таким образом, устройство позволяет осуществить строительство дренажа высокопроизводительным методом в тяжёлых грунтах аридной зоны, влажность которых обычно находится за пределами оптимальных величин. При этом уменьшается сопротивление грунта, что в последующем приведёт к снижению расхода топлива.

При этом значительно улучшается экологическая обстановка, сокращается промывная и поливная норма до 30%, предотвращаются повышения уровня грунтовых вод и процесс засоления. Предлагаемая способ и технология внесения жидкого навоза позволяет получить обеззараживающие органические удобрения, дополнительный источник энергии и улучшить экологическую обстановку.

Для повышения урожайности хлопчатника для рассматриваемой культуры определяют количество навоза в питательном растворе, вносимого подпочвенно, и устанавливают в количестве от 10 до 11 тонн на один гектар пашни или экономия органических удобрений составляют 4–5 раза.

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м³, которые монтируются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламовый насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса 250 л/мин. При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя.

Технико-экономические расчеты показали, что нарезка аэрационного дренажа позволяет снизить эксплуатационные расходы до 30%, сократить промывную и поливную

норму на 20–30%, обеспечить оптимальной водно-воздушной режим почвы в аридной зоне и повышает урожайность хлопчатника до 10 ц/га.

Совершенствование универсальных агромелиоративных машин в условиях Туркменистана

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, главный специалист
Министерство охраны природы Туркменистана (г. Ашхабад)

Мухамметмырадов Какамырат, главный специалист
Министерство финансов и развития Туркменистана (г. Ашхабад)

Ключевые слова: механическое и биологическое рыхление, аэрационный дренаж (АД), машин для внесения жидких органических и минеральных удобрений.

Ресурсосбережение в сфере производства в аридных зонах является одна из главных задач и результативных следствий ускорения научно-технического прогресса. Освоение достижений науки и техники в производственных условиях должно, в конечном счете, приводить к существенной экономии труда, энергии и материалов на производство конечной продукции. Основными направлениями ресурсосбережения хлопководства являются: разработка систем механизации для возделывания хлопчатника; разработка системы ресурсосберегающих приемов, а также технологий; ограничение затратных агромелиоративных приемов.

Наиболее важным направлением ресурсосбережения и снижения затрат в хлопководстве является переход на приоритетную основу в распределении органических ресурсов для достижения цели.

Объект исследования. Совершенствование конструкции и внесения жидких органических и минеральных удобрений в почву агромелиоративных машин.

Методы исследований. Методологической и теоретической основой работы явились классические труды: М.Н. Глотова (1943); М.Е. Мацепуро

(1959,1960); А.Н. Костякова (1961); В.В. Труфанова (1963); В.П. Горячкина (1968); Ю.А. Ветрова (1971); Г.В. Веденяпин (1973); А.Н. Зеленина (1975); Е.Д. Томина (1981); А.С. Кушнарева (1981,2009); В.И. Боловнева (1982); Р.Л. Турецкого (1988); В.С. Казакова (1988,1996); Ф.Р. Зайдельмана (2003); Ж.Е. Токушева (2003); И.Б. Борисенко (2006); В.П. Максименко (2003,2011); М.В. Рязанов (2009) и других ученых. Исследование физико-механических, технологических свойств и процесса внутрпочвенного внесения проводились в соответствии с ГОСТ и по частным методикам на лабораторных и производственных условиях. При проведении научных исследований использованы принципы системного анализа, позволяющие эффективно и рационально решать поставленные задачи для аридной зоны.

Для этих целей в сельскохозяйственном акционерном обществе имени Героя Туркменистана С. Розметова этрапа имени С.А. Ниязова Дашогузского велаята сконструирован и испытан универсальный рыхлитель.

Увеличение скорости негативно сказывается на сопротивлении рыхлению (таблица 1).

Таблица 1

Изменение сопротивления рыхлению F_r , кН рыхлителем НАД-2–60М в зависимости от скорости рыхления и глубины

Скорость рыхления, м/с	Глубина рыхления, см					
	10	20	30	40	50	60
1,0	0,61	1,55	3,1	9,2	12,9	14,2
1,2	0,64	1,62	3,15	9,3	13,2	15,1
1,4	0,66	1,70	3,19	9,35	13,5	15,3
1,6	0,69	1,78	3,26	9,48	13,7	15,6
1,8	0,73	1,84	3,55	9,59	13,9	15,9
2,0	0,75	1,88	3,59	9,78	14,2	17,1
2,2	0,77	1,91	3,62	10,6	14,7	17,4
2,4	0,84	2,07	3,82	11,4	15,3	18,6

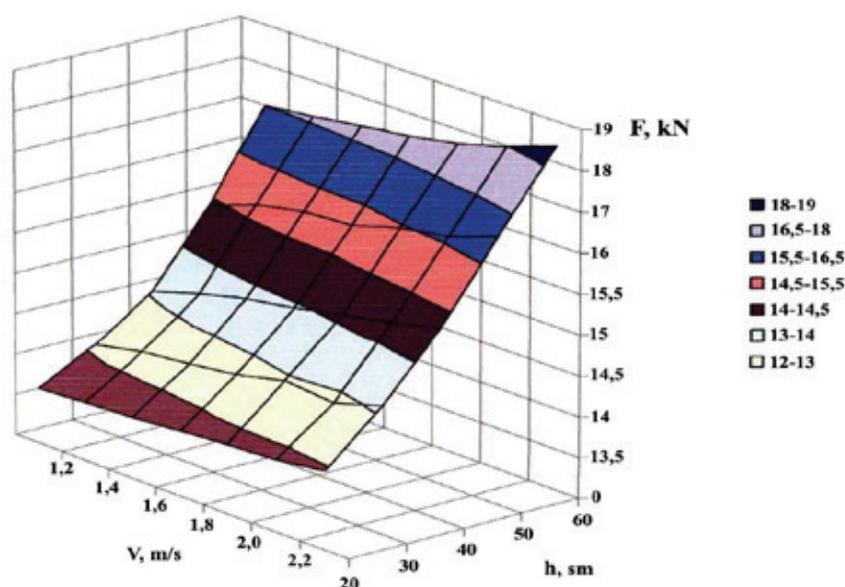


Рис. 1. Изменение сопротивления рыхлению рыхлителем от глубины и скорости рыхления

Однако необходимо отметить, что с увеличением глубины рыхления сопротивление рыхлению возрастает. Так при скорости рыхления 1,0 м/с увеличение глубины рыхления с 10 см до 30 см приводит к повышению сопротивления до 80,7%. Рассмотрев подробнее данный рост можно отметить, что на глубине 20 см повышение сопротивления рыхлению составило 50%, на 40 см—93,4%, на 50 см—95,3% и 60 см—95,7%.

Было установлено, что при постоянной глубине рыхления увеличение скорости влечет за собой изменение сопротивления рыхлению по экспоненциальной зависимости.

Так, например при глубине 10 см с увеличением скорости от 1,0 м/с до 2,4 м/с сопротивление рыхлению увеличивается на 27,4%. Аналогичная тенденция прослеживается на всех глубинах рыхления, то есть на глубине 20 см сопротивление рыхлению повысилось на 25,1%, на 30 см—18,8%, на 40 см—19,3%, на 50 см—15,7% и 60 см—23,7%.

Обоснована технология нарезки аэрационного дренажа и рыхления подпахотного слоя глубокорыхлителем, которая позволяет улучшить агротехнические показатели работы орудий при наименьших энергетических затратах.

Использование непараметрического прогнозирования для поиска новых технических концепций

Измеров Олег Васильевич, консультант отдела информационных систем
Администрация губернатора и правительства Брянской области

Воробьев Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Бондаренко Денис Андреевич, аспирант
Товпеко Никита Игоревич, студент
Брянский государственный технический университет

К непараметрическому прогнозированию [1] относят прогнозирование появления новых технических идей, сущность которого заключается в генерации изобретательских решений для прогнозируемого развития потребностей, с последующим их исследованием и отбором тех, которые с наибольшей вероятностью могут быть реализованы в рассматриваемое время. В предложенном авторами алгоритме [1] непараметрического прогнозирования

выделены следующие основные этапы работы: подготовка исходных данных для прогноза, депараметризация параметрических данных, выявление противоречий развития, генерация идеальных перспективных вариантов, генерация виртуальных перспективных объектов, внесение виртуальных перспективных объектов в каталоги для проектирования, анализ виртуальных перспективных объектов и оценка их влияние на прогнозируемые потреб-

ности и составление уточненного прогноза развития объектов.

При использовании непараметрического прогнозирования для поиска новых технических концепций целью прогноза становится выявление ситуации, когда прогнозный рост потребностей лимитирован ограниченными возможностями их удовлетворения, при этом параметрический прогноз потребностей превращается в основу для создания непараметрического, основанного на историческом анализе развития потребностей и возможностей. В качестве метода такого анализа авторами предложено использовать матрицу развития потребностей и возможностей их удовлетворения. Минимальная матрица развития включает в себя три этапа развития, при этом обобщенные разновидности технического объекта на этих этапах развития можно определить, как прототип, тип и прогноз (рис. 1.).

Как видно из рис. 1, на каждом из рассматриваемых этапов развития концепцию машины или узла, соответствующую этому этапу можно рассматривать, как общий способ решения проблемы надсистемы, в которую входит данная машина или узел (на рис. 1 обозначено как «решение»). Это решение формируется, с одной стороны, задачей, постановка которой предопределена потребностями, порожденными общей проблемой надсистемы, а с другой, ресурсами, которыми производитель может располагать на данном этапе.

Концепция может быть реализована в виде технического решения различными способами, которые представляют собой варианты подсистем, входящих в состав машины или узла. На уровне каждой подсистемы в процессе реализации машины в виде опытных и серийных

образцов возникают проблемы, проявляющиеся в виде противоречивых требований к ним. Совокупность этих проблем в их взаимосвязи, образует массив информации, на основе анализа и обобщения которого определяются новые проблемы надсистемы, которые, вкупе с изменившимися ресурсами, и предопределяют новую концепцию машины для следующего этапа ее развития. Для упрощения показан процесс создания только одной концепции для каждого этапа. В реальности, для текущего этапа, недостаточная и односторонняя информация о проблемах потребителя может приводить к ситуации появления нескольких концепций машины. В этих случаях необходимо, определить недостающую информацию о проблемах потребителя и провести исследования для поиска информации для уточнения характеристики проблем, либо сегментирования потребителей, для которых актуальны разные основные проблемы.

Рассмотренную матрицу развития потребностей и технических возможностей их удовлетворения можно рассматривать как реинвентирование процесса выработки общих концепций этапа развития.

Метод матрицы развития потребностей был использован в [2] для прогнозирования развития противобоксочных систем локомотива, в результате чего был получен прогноз о том, что в будущем функции противобоксочной системы радикально изменятся, и основной функцией станет управление сцепными свойствами в системе «колесо-рельс», основанное на прогнозировании изменения сцепных свойств под действием внешних факторов. Таким образом, возможность использования методов непараметрического прогнозирования для выдвижения новых технических концепций можно считать доказанной.

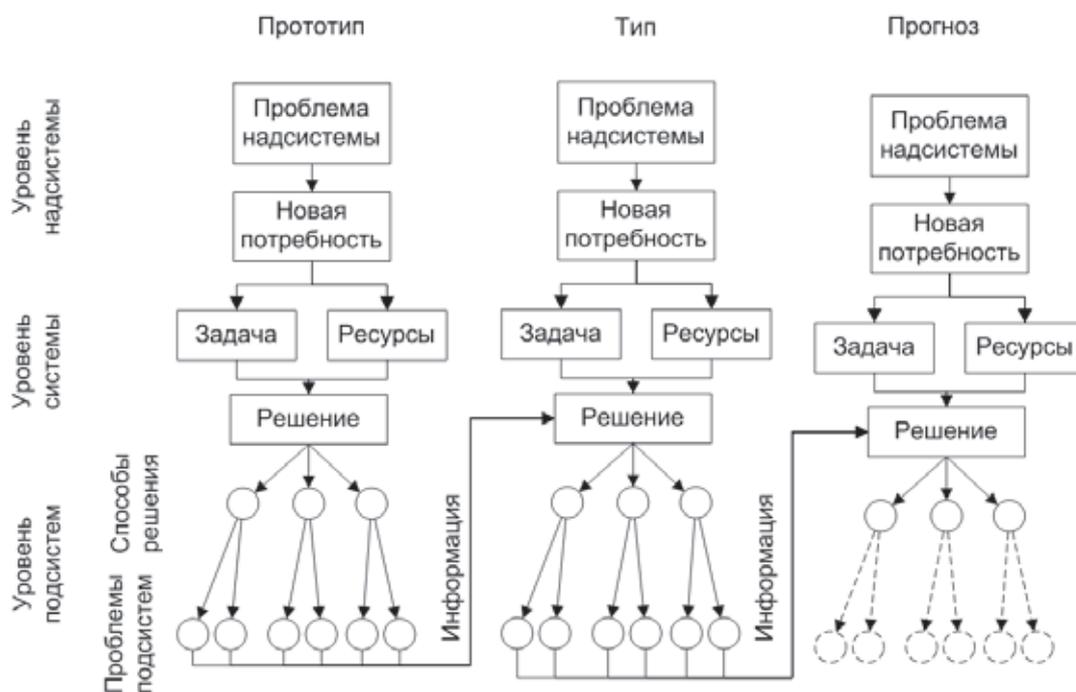


Рис. 1. Матрица развития потребностей и технических возможностей их удовлетворения

Литература:

1. Техническая инновационика. Методы изобретательского творчества: монография / [О. В. Измеров и др.]. — Орел: Госуниверситет — УНПК, 2011. — 149 с.
2. Концепция развития энергосберегающих электромеханических систем: монография. / А. С. Космодамианский [и др.]; под ред. Академика Академии электротехн. Наук Рос. Федерации, д-ра техн. наук, проф. А. С. Космодамианского. — Орел: Госуниверситет — УНПК, 2014. — 244с.

Безаварийность боевых ЛА и их испытания

Табаев Рафаэль Рустамович, студент;

Давлетьяров Рустам Зуфарович, студент;

Шевченко Валентин Васильевич, студент;

Самохвалов Антон Викторович, студент;

Оренбургский государственный университет

Несмотря на благородные усилия человечества направить свое развитие в русло мирного сосуществования государств, война (или ее угроза) будет еще долго оставаться решающим фактором жизни народов. Поэтому ни одно государство не может позволить себе ослабить свою военную мощь.

Правительства зарубежных государств не отказываются от решения политических проблем вооруженными силами. Совершенствуются существующие виды оружия и боевой техники, продолжаются работы по созданию новых образцов.

Проблема обеспечения достаточного уровня боевой готовности войск находится в прямой зависимости от технической оснащенности и, в первую очередь, от качества функционирования образцов вооружения, в том числе и ракетных комплексов. Одной из наиболее серьезных характеристик свойств объектов вооружения является безаварийность. Произошедшие за последние годы крупные аварии с огромными катастрофическими последствиями в технических системах атомной энергетики, транспорта и вооружения вскрыли остроту необходимости исследований и предупреждения аварий. Одним из направлений предупреждения аварий вооружения является проведение технической экспертизы аварийности образцов.

На этапе опытно-конструкторских работ проводятся различные виды испытаний, где проводятся следующие мероприятия по аварийности: отработка и подтверждение эффективности системы безаварийности и безопасности; анализ результатов испытаний и подтверждение проектных оценок и характеристик, заданных требованиями по обеспечению безаварийности; оценка отработанности объекта и достаточности всех проектных решений для допуска его к эксплуатации; прогнозирование значений показателей аварийности в процессе серийного изготовления.

Методическая сложность оценок, проводимых на данном этапе, заключается в определении достоверности результатов испытаний при ограниченном их числе и сроках проведения.

При технической экспертизе и оценке аварийности основным предметом исследований является аварийное событие. Аварийное событие в процессе исследований определяется причиной или группой причин, элементом системы или элементами, подвергнувшимися (участвующими) аварии на этапе функционирования при внешних и внутренних условиях функционирования при технических характеристиках системы и ее элементов и реализации фактора опасности аварии.

Система РК может быть представлена в виде двух основных состояний — это исходное состояние, при котором каких-либо работ по подготовке к пуску ракет не проводится, и состояние функционирования, при котором проводятся работы по переводу из одной готовности в другую, доставка ракет, содержание в готовности (боевое дежурство), обслуживание (поддержание в готовности), боевое применение и т.п. В рассматриваемом случае допускается достаточно обоснованное предположение, что аварии в исходном состоянии не возникают, так как авария-характеристика качества функционирования.

Исследование аварийного события возможно посредством применения физических моделей ракеты. Такие модели создаются на этапах ОКР и серийного изготовления для оценки качества изготавливаемых элементов ракетного комплекса: ракетных частей, боевых частей, приборов системы управления, аппаратуры наземного оборудования. Исследования на таких моделях выявляют те или иные недоработки конструкторской и технологической документации, выявляют производственные дефекты, позволяют проводить имитацию тех или иных неблагоприятных воздействий на элементы системы.

Основные виды экспериментальной отработки конструкций. В ходе опытной отработки ЛА выполняется значительное количество испытаний, отличающихся задачами, объектами исследования и условиями проведения. Различают два основных вида испытаний — наземные (стендовые) и летные.

На этапе наземной отработки конструкцию ЛА испытывают в специальных лабораториях на действие статических и динамических нагрузок. Основными видами наземных испытаний являются:

- статические испытания натуральных отсеков и ЛА в целом;
- теплопрочностные испытания ЛА;
- аэротермоупругие испытания;
- динамические испытания отдельных агрегатов.

Статические испытания. Этот вид испытаний самый распространенный. Статическим испытаниям подвергаются отдельные особо нагруженные агрегаты и ЛА в целом. Испытываются как опытные конструкции, так и серийные, последние лишь в выборочном порядке. Задачами статических испытаний являются:

1) Определение соответствия между коэффициентом безопасности, принятым при расчете, и фактическим значением этого коэффициента.

2) Оценка жесткости конструкции на основе измерения деформаций, линейных и угловых перемещений при различных значениях и распределениях действующей нагрузки. Необходимо, чтобы при эксплуатационной нагрузке отсутствовали заметные остаточные деформации;

3) Определение напряженно-деформированного состояния силовых элементов конструкции при действии внешних нагрузок и температуры и сравнение его с теоретическим расчетом для проверки допущений, принятых в расчетах на прочность. Эта задача диктуется стремлением накопить опыт, чтобы более точно рассчитывать последующие конструкции.

Статические испытания проводятся, как правило, в специальных лабораториях, имеющих мощный железобетонный пол, на котором монтируются силовые колонны, мостовой кран, силовозбудители и измерительная аппаратура.

Статические испытания проводятся в несколько этапов. Вначале с целью обтяжки конструкции прикладывается на короткое время нагрузка, составляющая 30...40% от разрушающей. Затем проводится собственно испытание с замерах деформаций, напряжений и перемещений. Нагрузка при этом прикладывается ступенчато (примерно 10% от разрушающей), доводится до эксплуатационного значения и снимается. Далее тщательно осматривается конструкция (она не должна иметь трещин и остаточных деформаций). Заключительный этап — повторное нагружение с доведением до разрушения.

Теплопрочностные испытания. Аэродинамический нагрев высокоскоростных ЛА существенно влияет на напряженно-деформированное состояние конструкций. Теоретический расчет этого влияния пока еще весьма не-

совершенен, поэтому в основном ориентируются на эксперимент.

Теплопрочностные испытания проводятся с целью выявления вредного влияния аэродинамического нагрева на несущую способность конструкции ЛА. При этом, как правило, к испытываемому объекту прикладываются одновременно статические или динамические нагрузки. От действия такого комбинированного нагружения определяется сложное напряженно-деформированное состояние объекта. Иногда ограничиваются чисто тепловыми испытаниями, которые имеют целью определение температурных напряжений в элементах конструкций, исследование коробления, изменения механических характеристик конструкционных материалов, а также изучение явлений ползучести при длительном воздействии повышенных температур.

Нагревание конструкций при испытаниях предъявляет ряд дополнительных, специфических требований к существующим традиционным требованиям и методам испытаний. Как следствие, усложняются технические средства эксперимента и методы моделирования внешних условий. Особо сложной задачей является воспроизведение нестационарных тепловых режимов конструкции, соответствующих реальным полетным условиям.

На практике наибольшее распространение получили два способа нагревания испытываемых объектов: путем лучистого нагрева и с помощью конвективного теплообмена между нагревателем и испытываемой конструкцией.

Лучистый нагрев позволяет достаточно легко воспроизвести желаемое температурное поле конструкции изменением напряжения тока в нагревателях или увеличением (уменьшением) количества включенных источников. Это обычно осуществляется при помощи регуляторов тепла, в качестве которых используются автотрансформаторы, магнитные преобразователи, ртутные выпрямители, инитроны и другие устройства. Управление нагревом может осуществляться как вручную, так и автоматически.

В качестве источников инфракрасного излучения применяют трубчатые и ленточные излучатели из фольги металлов, имеющих высокое электрическое сопротивление (хромоникелевые и жаропрочные стали, молибден, вольфрам), силовые и графитовые стержни, трубчатые кварцевые с вольфрамовой спиралью лампы и дугоразрядные лампы. Выбор того или иного излучателя определяется характером теплового режима, воспроизводимого в эксперименте, уровнем температуры поверхности испытываемой конструкции, удобством монтажа, эксплуатации, требованиями техники безопасности и др.

Из нагревательных элементов образуются нагревательные устройства по следующим схемам: стационарная установка под конкретный тип конструкции (крыло, корпус и др.), когда излучатели монтируются на едином силовом каркасе с общим или индивидуальными отражателями (рефлекторами) лучистой энергии; нагревательные блоки (модули), объединяющие небольшое число излучателей, из которых в дальнейшем могут создаваться

универсальные нагревательные панели различных конфигураций; индивидуальные нагреватели из одного излучателя с отражателем, позволяющие устанавливать их при эксперименте в «особых» местах конструкции и осуществлять индивидуальное управление ими.

Конвективный нагрев по своей природе ближе к реальным процессам аэродинамического нагрева. Однако он, как правило, не обеспечивает нестационарные температурные поля. Существующие установки конвективного теплообмена моделируют в основном стационарные тепловые режимы.

Весьма эффективной установкой конвективного теплообмена является дозвуковая аэродинамическая труба с предварительным подогревом потока. Моделирование условий полета по тепловому режиму в такой установке обеспечивается регулированием температуры и скорости потока воздуха по времени. Известны также сверхзвуковые аэродинамические трубы с относительно большими габаритными размерами рабочих камер и рабочих частей.

Аэротермоупругие испытания. Применение тонких упругих конструкций на больших сверхзвуковых скоростях полета связано со значительными деформациями их срединных поверхностей.

Приращения местных углов атаки, обусловленные этими деформациями, становятся соизмеримыми с величиной исходного угла атаки, вследствие чего происходит перераспределение нагружения несущей поверхности: при положительных углах атаки передние зоны догружаются, задние — разгружаются. Система нагрузка-деформация стала неконсервативной, т.е. между ними появилась обратная связь.

При эксперименте задача статического аэроупругого нагружения возлагается на автоматическое решающее устройство, связанное с силовым приводом. Решающее устройство отслеживает фактические деформации и вырабатывает управляющий сигнал, а силовой привод воспроизводит нагрузку, соответствующую измеренной деформации конструкции.

Динамические испытания. Различают два вида динамических испытаний: ударные и вибрационные.

Ударные испытания проводятся с целью проверки прочности и устойчивости конструкций при динамическом приложении нагрузки. Динамическими нагрузками называются быстроизменяющиеся нагрузки, время приложения которых соизмеримо с периодом колебаний основного тона конструкции (тон колебаний — характеристика динамики конструкции, отражающая форму изогнутой поверхности конструкции при собственных колебаниях и соответствующую ей частоту колебаний. Основной тон соответствует наименьшей частоте собственных колебаний.) Такие нагрузки возникают при запуске РДТТ, осечке двигателя, при транспортировке, при посадке ЛА (с носителем), при воздействии ударной волны и в ряде других случаев.

Как правило, экспериментально проверяется прочность узлов стыковки и подвески ЛА, устойчивость тон-

костенных отсеков корпуса, прочность и работоспособность приборных отсеков. Наиболее сложная задача при динамических испытаниях — воспроизведение в лабораторных условиях ударного нагружения ЛА, имитирующего различные расчетные случаи. Общих методов и приемов, подобных тем, которые применяются при статических испытаниях, здесь нет. Каждый динамический стенд индивидуален и очень часто представляет собой уникальное сооружение.

Вибрационные испытания имеют целью определить динамические характеристики ЛА — частоты и формы собственных колебаний конструкции. Эти данные необходимы для уточнения расчетных значений критических скоростей самовозбуждающихся колебаний. При необходимости по результатам испытаний производится доработка конструкции (изменяется распределение масс в конструкции, иногда устанавливаются специальные противофлаттерные грузы, увеличивается жесткость обшивки и т.д.).

Испытания проводятся на вибростендах или с помощью вибраторов, устанавливаемых непосредственно на испытываемый объект. Для замеров используется разнообразная аппаратура, позволяющая фиксировать быстро протекающие процессы (осциллографы, тензографы и др.). В динамических лабораториях, оснащенных ЭВМ, регистрация динамических процессов возлагается на выч. технику.

Летные испытания. Лабораторные наземные испытания являются, безусловно, необходимыми. Но в ходе таких испытаний невозможно обеспечить полную имитацию условий полета. Кроме того, в лабораторных условиях нельзя выявить эксплуатационные качества конструкции с точки зрения удобства доступа, контроля, качества конструкции с точки зрения удобства доступа, контроля, монтажа, демонтажа. В лабораториях практически невозможно проводить совместную отработку работоспособности всего комплекса систем ЛА. Этим вопросам конструкторы, как известно, уделяют много внимания в период проектирования. Но никакой обмен информацией не заменит действительной проверки взаимодействия частей и систем ЛА во время полета. Наземные испытания, включая и моделирование на вычислительных машинах, как бы они ни были обширны, никогда не могут соперничать с летными испытаниями по полноте воссоздания реальных условий.

Однако надо учитывать, что летные испытания весьма дороги (из-за высокой стоимости опытных изделий и значительного количества потребного обслуживающего персонала). Поэтому каждое летное испытание является комплексным и решает целый ряд задач. В интересах прочности конструкций в процессе летных испытаний обязательно проверяются температурные поля, отсутствие критических аэроупругих режимов, напряженное и деформированное состояние наиболее нагруженных агрегатов.

Для осуществления перечисленных выше функций на борту ЛА устанавливают большое количество датчиков

для измерения температуры, давления, перегрузок, частот и амплитуд колебаний, линейных и угловых перемещений и т.д., а также телеметрическую и записывающую аппаратуру. Принцип телеметрических измерений основан на передаче с борта ЛА на Землю радиосигналов от датчиков. Современные методы исследования позволяют регистрировать исключительно большой объем информации об особенностях нагружения и работы частей ЛА. Обработка и анализ опытной информации производится с помощью ЭВМ.

Испытания авиационных двигателей. Экспериментальное определение характеристик и свойств авиационных двигателей, их систем, узлов и агрегатов для выявления соответствия их техническим требованиям или для опытного изучения процессов, происходящих в двигателях, их натуральных или модельных узлах и элементах. Результаты И. а.д. и их элементов в процессе разработки, опытного и серийного производства, а также эксплуатации являются основными показателями их технического состояния (например, работоспособность, эффективность).

Испытания можно классифицировать по их конечной цели и по общности исследуемых явлений. По конечной цели различают: испытания по изучению общих свойств двигателей, их систем, узлов и агрегатов; опытные испытания, проводимые для доводки новых образцов двигателей, их систем, узлов и агрегатов и для проверки соответствия нового двигателя техническим требованиям; заводские испытания серийных двигателей, которые проводятся с целью приработки деталей и отладки двигателя, проверки качества изготовления, сборки и соответствия основных данных двигателей и их агрегатов утвержденным техническими условиями, для подтверждения качества и годности к эксплуатации партии двигателей, проверки эффективности мероприятий, разработанных для устранения дефектов, выявленных в ходе серийного производства и эксплуатации, увеличения ресурса и др.

По общности исследуемых явлений различают: специальные испытания, к которым, например, относятся исследование высотно-скоростных характеристик, тензометрирование и вибрографирование рабочих лопаток, дисков, корпусов, направляющих аппаратов и других деталей двигателей в условиях реального нагружения; определение полей температур газа и термометрирование элементов конструкции; отработка эффективности рабочего процесса в основном и форсажных камерах сгорания; проверка достаточности запасов устойчивости компрессоров и сверхзвуковых воздухозаборников в системе силовой установки; исследование пусковых характеристик двигателя, его шума и т.д.

В России указанные испытания обязательны перед государственными испытаниями двигателей, номенклатура и их объем определяются программой государственных испытаний конкретного двигателя, Нормами лётной годности. В зависимости от требований испытания проводятся как на наземных открытых и закрытых стендах (ус-

ловия; высота полёта $H \approx 0$, Маха число $M(\infty) \approx 0$), так и на специальных стендах в имитированных высотно-скоростных условиях.

Испытания двигательной установки в аэродинамической трубе в набегающем натурном потоке воздуха создают адекватные полётным условия работы всех элементов двигательной установки. Реализация такой схемы испытаний требует больших энергетических и материальных затрат (суммарный расход воздуха через стенд $G_{в}(\cdot) > 10G_{в.дв}$, где $G_{в.дв}$ — расход воздуха через двигатель). Для натуральных двигательных установок с большими расходами воздуха она применяется крайне редко. Широкое распространение получили более экономичные методы испытаний двигательных установок и двигателей в имитированных высотно-скоростных условиях на высотных стендах. Наиболее полно имитировать условия полёта удаётся при работе двигателя с самолётным воздухозаборником, обдуваемым набегающим потоком, осреднённая температура ($T_{H\infty}$), давление ($p_{H\infty}$) и скорость ($V_{H\infty}$) (число Маха) которого равны полётным (на высоте H). На выходе из реактивного сопла вне рабочей струи газов создаётся разрежение, близкое к полётному. Двигатель охлаждается отбираемым от воздухозаборника воздухом, как и при работе двигательной установки в натуральных условиях. Такая модель граничных условий полностью обеспечивает тождество протекания всех внутренних процессов в двигателе при испытаниях на стенде и при его работе на самолёте. Не имитируется лишь обтекание кормовой части. Потребные расходы воздуха при этом составляют $G_{в}(\cdot) \geq 3G_{в.дв}$. Технологически более простой и более экономичный ($G_{в}(\cdot) = 1,05 - 1,1G_{в.дв}$) способ имитации полётных условий сводится к тому, что двигатель испытывается без самолётного воздухозаборника. На вход в компрессор двигателя подаётся практически равномерный поток воздуха с такими же осреднёнными значениями полного давления и температуры (а в особых случаях и влажности), как у воздуха на входе в компрессор при работе двигателя на самолёте. На выходе из реактивного сопла вне рабочей струи газов создаётся разрежение, равное полётному. Внешние поверхности двигателя омываются охлаждающим воздухом с таким расчётом, чтобы распределение температуры на стенках и тепловые потоки соответствовали натурным. При таком способе испытаний все местные и осреднённые значения параметров воздуха и газов в рабочих полостях, а также распределение давлений и температур на всех поверхностях элементов двигателя с точностью до влияния неравномерностей и пульсаций воздушного потока на входе в двигатель и выходе из него будут равны полётным. Если влияние неравномерности потока воздуха на входе имеет существенное значение, например, при полётах самолёта на больших углах атаки, перед компрессором испытываемого двигателя устанавливаются гидравлические устройства, обеспечивающие распределение параметров воздуха, соответствующее их распределению в натуральных условиях.

В связи с ограниченным количеством высотных стендов широкое распространение получили испытания двигателей с частичной имитацией полётных условий на наземных (с подогревом воздуха, а также с наддувом и подогревом воздуха на входе) и климатических стендах. Это позволяет существенно увеличить долю испытаний с имитацией полётных условий, объём и качество информации о работоспособности и эффективности двигателя и его узлов. При создании двигателей научно-исследовательские и опытные испытания проводятся как на полноразмерных двигателях и газогенераторах, так и на отдельных узлах и их моделях. Создана широкая номенклатура специальных стендов, позволяющих получить сведения о работе каждого узла в требуемом диапазоне изменения влияющих параметров, определить характеристики и оптимальные условия его работы. Приближённое знание граничных условий, в которых должны работать узлы в новом двигателе, приводит к необходимости окончательной отработки их на полноразмерном двигателе. И. а.д. в опытном и серийном производствах проводятся на испытательной станции. В процессе доводки двигателя часть его эксплуатационных свойств (полётный пуск, приёмистость, включение и устойчивость работы форсажной камеры и т.п.) отрабатывается на летающих лаборато-

риях. Для некоторых видов И. а.д. создаются специальные измерительные системы (например, для измерения тяги или мощности, расхода воздуха и т.п.), аттестуемые ведомственной службой метрологии. На наземных стендах закрытого типа при определении тяги двигателя учитывается влияние внутренней аэродинамики стенда. Учёт отличия атмосферных условий при испытаниях от стандартных при оценке основных параметров двигателя производится с использованием формул приведения (см. Приведённые параметры двигателя).

Современные тенденции в области И. а.д.: сокращение общего объёма испытаний, прежде всего по установлению ресурса и выявлению критических элементов двигателя, путём применения эквивалентно-циклических испытаний двигателя; объединение разных экспериментальных задач, получение в одном испытании возможно более разнообразной информации; широкое внедрение методов и средств частичной имитации полётных условий на наземных стендах; комплексная автоматизация испытаний (управление режимами работы двигателя и стенда, измерениями, обработкой и анализом результатов испытаний с использованием математических моделей двигателя и применением специальной автоматизированной информационно-вычислительной и управляющих систем).

Литература:

1. Голубева, И. С. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1995. — 448 с.
2. Урмансов, Ф. Ф. Безаварийность летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1994. — 356 с.

8. СТРОИТЕЛЬСТВО

Научно-технический прогресс в строительной отрасли

Биджиева Фатима Кямаловна, студент

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия (г. Черкесск)

Научно-технический прогресс — это постоянный процесс совершенствования орудий и предметов труда, внедрения прогрессивной технологии и эффективных форм организации строительного производства и труда.

Главные направления научно-технического прогресса в строительстве, обеспечивающие увеличение производительности труда и улучшение качества продукции: увеличение уровня разрозненной механизации и автоматизации строительного производства, использование более производительных машин и механизмов; создание и массовое применение новых, прогрессивных материалов и облегченных устройств. Совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений; совершенствование технологии строительного производства, внедрение автоматизированных систем организации труда; модернизация методов планирования и экономического стимулирования строительного производства. [1]

Эти назначения научно-технического прогресса вызваны обеспечить дальнейшую индустриализацию строительства. При этом следует стремиться к перенесению со строительной площадки в заводские условия наиболее трудоемких видов работ при общем понижении затрат труда. Большой уровень индустриализации может быть достигнут при присутствии развитой материально-технической базы строительства, способной обеспечивать сооружаемые предметы строительными материалами в нужном количестве и соответствующего качества,

парка современных строительных машин и механизмов, сильных строительного-монтажных и специализированных организаций, а также при условии снабжения строительства квалифицированными кадрами.

Немаловажным направлением научно-технического прогресса является дальнейшее формирование механизации строительного производства. Современное строительное потребление основано на использовании широкого комплекса средств механизации. Механизация работ снабжает экономией трудовых ресурсов, укорачивает сроки строительства, совершенствует условия труда. [3]

Различают три стадии механизации строительного производства:

- частичную;
- комплексную;
- автоматизацию. (см. рис.1.)

Частичная механизация — это такая форма механизации, когда с помощью машин выполняют только наиболее трудные операции и процессы. При комплексной механизации производственные и транспортные процессы осуществляют комплектом машин и механизмов, взаимно согласованных по производительности и основным параметрам. Производство работ в этом случае представляет собой целый непрерывный технологический процесс. Автоматизация — это высший этап машинного производства, когда все производственные операции и процессы выполняют с помощью машин и приборов. Автоматизация в строительстве касается рабочие процессы, осу-

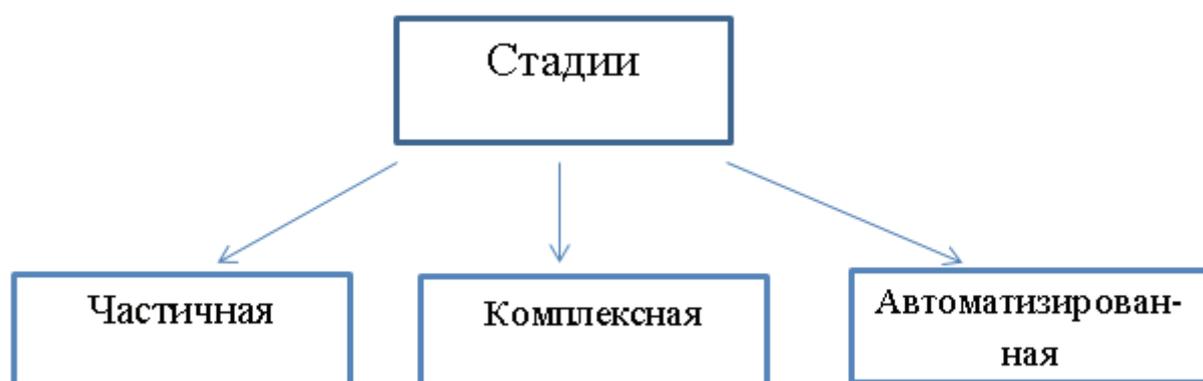


Рис. 1. Стадии механизации строительного производства

ществляемые как на строительной площадке строимого объекта, так и на предприятиях строительной индустрии. Она захватывает автоматизацию конвейерных линий подачи бетонной смеси в блоки сооружения, ее уплотнение автоматизированными манипуляторами, дистанционное управление кранами, автоматизацию работы бетонных заводов, фабрик, автоматизацию процессов сварки металлоконструкций и др. [2]

Значительное место в научно-техническом прогрессе в строительстве отводится вопросам технологии строительного производства. Основные направления технической политики в области дальнейшего улучшения технологии строительного производства: комплексная механизация главных строительных процессов с переходом на автоматизированное управление; наибольшая индустриализация и обширное применение поточных методов строительства; увеличение уровня механизации ручных работ путем обширного применения средств малой механизации; увеличение технологичности конструкций главных сооружений и объектов подсобно-вспомогательного назначения. Ускорению технического прогресса способствует совершенствование системы организации и управления строительством.

Научно-технический прогресс в строительстве неразрывно связан с ускоренным созданием и внедрением прогрессивности технологии, систем машин и механизмов, обеспечивающих комплексную механизацию строительных и монтажных работ, особенно в условиях реконструкции действующих предприятий; сокращением примерно на 25% объемов работ, выполняемых ручным способом; существенным ростом производства специализированной техники на предприятиях строительных министерств.

В деле совершенствования организации строительного производства продолжается линия на укрупнение строительного-монтажных организаций, сокращение бесполезных звеньев управления. Намечено шире внедрять прогрессивные формы и методы труда, укрупнять бригады. Совершенствовать организацию их работы. Особое значение сообщается мобильности строительных организаций для сооружения в более короткие сроки объектов в необжитых и отдаленных районах. [1,4]

Увеличивается ответственность проектных и строительных организаций за научно-технический уровень строительной продукции при одновременном совершенствовании механизма их заинтересованности в проведении технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий.

Состав и характер инфраструктур реализующих пространственную организацию обустройства городской среды на инновационной основе стал меняться в пределах части жизни одного поколения граждан. Начала осуществляться научно-техническая революция, которая закладывает инновационные основы изменений технологий развития.

По научно-техническому прогрессу в строительстве выделяют два направления исследований: первое эмпири-

ческое исследования, проводимых в отдельных отраслях и преследующие узкопрактические цели, второе связано с общепромышленными проблемами. Именно результат второго направления служат основой для формулирования потенциальных механизмов внедрения нововведений в строительстве. [4,5]

Любая инженерно-строительная наука становится фундаментальной научной дисциплиной, когда возникает реальная потребность в ее научном обосновании вследствие либо накопления достаточно большого эмпирического материала и опыта практического использования, требующего проведения научного обобщения, либо возникновения необходимости в развитии новых методов инженерного анализа для объяснения природных явлений. Однако в целом развитие строительной науки проходит такие традиционные стадии, как установление цели, выявление факторов и цели, формулирование и проверка научных гипотез.

Среди факторов, характерных для строительной отрасли и способствующих внедрению нововведений, выделяют следующие: управление строительством по схеме «проектного управления», обеспечивающее возможность индивидуального подхода к каждому проекту; интеграция проектных и строительных работ, способствующая включению в проект экономичных решений, обеспечивающих в дальнейшем упрощение строительного процесса и снижение стоимости строительства; величина капиталовложений со стороны строительной фирмы, направленных на внедрение новой технологии и способствующих повышению эффективности строительного производства; высокий уровень квалификаций персонала строительной фирмы, способствующий быстрому внедрению в практику строительного производства; значительная оплата труда по сравнению с затратами, приходящимися на строительную технику, что позволяет постоянно повышать их эффективность.

Наряду с факторами, способствующими развитию технического процесса, имеют место факторы, препятствующие внедрению нововведений. Среди них выделяют такие, как конкуренция со стороны других строительных организаций, снижающая возможность риска у подрядной фирмы, связанного с использованием новой технологии; высокая регламентация деятельности подрядных фирм, заставляющая их работать в условиях традиционных подходов и технологий; влияние сезонных факторов, требующего специального подхода к вопросу об использовании трудовых ресурсов в течение года; цикличность в экономическом развитии страны, влияющие на масштабы строительства. [3]

Любое нововведение можно рассматривать как законченное лишь в случае, если оно имело успех на рынке. Поэтому взаимосвязь между научными исследованиями и маркетингом является краеугольным камнем развития научно-технического прогресса. В ряде случаев организационная структура компании устроена таким образом, что указанные взаимосвязи носят неэффективный характер.

Между тем необходимо при построении внутрифирменной структуры стремиться к их тесному взаимодействию. Как показывают результаты опросов руководителей научных служб многих фирм, именно слабый уровень коммуникаций их подразделений с подразделениями маркетинга является главной причиной неудач в области научно-технического прогресса. [4]

Надо сказать, что в последние годы функция маркетинга во все большей степени обособляется в самостоятельную функцию управления, получающую вполне развитое научно-методическое обеспечение, превращаясь во все большей мере в науку.

Что является источником нововведений в строительстве? Во-первых, идеи, входящие в их подразделения, занимающихся научными исследованиями, во-вторых, идеи, базирующиеся на определении рыночных потребностей. Как показывает опыт, второй источник является более предпочтительным, хоть его нельзя безоговорочно отделить от первого. Это обстоятельство требует систематического изучения потенциальных потребностей и анализа конъюнктуры рынка, т.е. эффективного выполнения функций маркетинга. Именно в силу этих причин генерация идей на основе анализа потребностей рынка является в определенном смысле закономерной и систематической, а генерация идей в рамках службы научных исследований в значительной мере случайный характер.

Не все предложения и идеи получают дальнейшее развитие; даже не лишённые смысла, некоторые, тем

не менее, отвергаются в силу «маркетинговых» соображений, например, из-за того, что они могут привести к нежелательным последствиям строительных организации в будущем. Поэтому взаимодействие двух служб — научных исследований и маркетинга — является необходимым, хотя и недостаточным условием эффективной работы компании. [5]

Изменения, происходящие благодаря научно-техническому прогрессу, на современном этапе настолько стремительны, что для строительных организации становится более важным не столько умение реагировать на эти изменения, сколько их предвосхищать, предвидеть. Именно поэтому в особенности крупные компании направляют много сил и средств на прогнозирование научно — технического развития. Осознание этой потребности привело многие фирмы и корпорации к необходимости широкого применения формальных методов внутри фирменного планирования и прогнозирования.

Научно-техническая революция уже приводит к стиранию строгих граней между умственным и физическим трудом. Она выражается в частности в быстро развивающихся информационных и информационно-коммуникационных технологиях, увеличении реализуемых скоростей доставки людей и грузов современными транспортными средствами, быстрым ростом доли населения живущего в крупнейших и крупных городских агломерациях, увеличении связности процессов происходящих в них.

Литература:

1. Под общ. ред. проф. П. Г. Грабового. Основы организации и управления жилищно-коммунальным комплексом: Учебно-практическое пособие. Изд-во «АСВ», 2004. — С.528
2. Под общ. ред. проф. П. Г. Грабового. Организация, планирование и управление строительным производством. Учебник./ООО «Информ», 2006. — 304 с.
3. Васильев, А. М. Управление строительным производством. — Л.: Стройиздат, 1990.
4. Под ред. В. С. Белковской, Е. М. Купрякова. — Организационно-экономические проблемы научно-технического прогресса М.: Высшая школа, 1990. — 302с
5. Новиков, И. Т. Научно-технический прогресс в строительстве. Издательство: «М.: Стройиздат», 231 с. 1990.

Создание учебного геодезического полигона

Вафина Венера Ахметовна, преподаватель
Бугульминский машиностроительный техникум (Республика Татарстан)

Ключевые слова: геодезический полигон, глобальные навигационные спутниковые системы.

Геодезистам, людям привыкшим покорять земные просторы, территории аудиторий совсем недостаточно. Подготовка студентов по специальности «Прикладная геодезия» предусматривает большое количество практических занятий, которые включают в себя угловые, линейные и высотные измерения. Геодезия — это точная

наука, и слова «примерно» в геодезии быть не должно. Поэтому необходимо вести жесткий контроль измерений, которые мы выполняем, ведь от нас требуют очень точные результаты измерений.

Для того, чтобы достигнуть положительных результатов и высокой точности недостаточно только лишь про-

фессиональных навыков и умений, необходимо создание условий проведения этих измерений. Для этого мы разработали и реализовали проект по созданию учебного геодезического полигона на базе нашего техникума. Подобного рода полигона у нас не было, а без него невозможно обеспечить полноценный учебный процесс по многим геодезическим дисциплинам, а соответственно и стать квалифицированным специалистом.

Сегодня, при создании геодезических полигонов особое внимание уделяется использованию устройств глобальных навигационных спутниковых систем, применяемых для определения точных координат пунктов. К сожалению алгоритмов построения учебных геодезических полигонов с применением в литературе не описываются, а представлена информация лишь о построении геодезических сетей. Соответственно данная работа может стать основой для создания учебных полигонов, а также новых исследовательских работ с применением систем спутникового позиционирования.

Цель проекта:

— создание эталонного учебно-геодезического полигона, пункты которого по своей конструкции и точности будут отвечать всем критериям документа «Общие технические требования РТМ 68–8.20–93». [1, с. 5],

Так как данный полигон создается для учебных целей, мы выполнили закладку и определение координат шести пунктов, которые станут основой для новых исследовательских работ и для создания эталонного геодезического полигона.

Задачи:

- изучить опыт и методики создания геодезических полигонов;
- провести подготовительную работу по закладке геодезического полигона;
- выполнить практическую реализацию проекта.

Обзор литературы показал, что подобные полигоны существуют при многих учебных заведениях. Одним из передовых эталонных полигонов в РФ является Заокский геополигон МИИГАиК, на Украине — полигон при Институте геодезии Национального университета «Львовская политехника» (г. Львов). [2, с. 6], Одним из крупнейших в мире полигонов является полигон в США — Western Test Range, до 1965 — Тихоокеанский полигон — космодром США в районе г. Лос Анджелес, шт. Калифорния, объединяющий несколько полигонов и баз (Ванденберг, Пойнт Аргуэльо и др.). Полигоны начали создаваться еще в 60-х годах прошлого столетия. К сожалению, точного описания последовательности создания геодезических полигонов, в источниках найти не удалось. Тем не менее, есть четкие требования регламентирующие составляющие элементы геодезического полигона, а именно:

- образцовый базис,
- сеть микротриангуляции,
- нивелирный полигон,
- образцовый азимут,
- контрольно-поверочная сеть,
- гравиметрический пункт.

Эти требования легли в основу нашего проекта. Так как полигон создается для учебных целей, мы выполним закладку и определение координат шести пунктов, которые станут основой для новых исследовательских работ, а в будущем для создания эталонного геодезического полигона.

В нашем проекте предметом исследования будут являться созданная система пунктов Т 1-Т 6, которые будут закреплены по территории техникума. Координаты данных пунктов будут образовывать эталонные координаты учебного геодезического полигона Бугульминского машиностроительного техникума.



Рис. 1. Космоснимок территории БМТ

Работы по созданию геодезического полигона Бугульминского машиностроительного техникума были запланированы в следующей последовательности:

- рекогносцировка местности и выбор мест закладки центров пунктов полигона;
- непосредственная закладка (бетонировка) центров пунктов;
- выполнение работ по подготовке высокоточных приборов и инструментов для измерений;
- производство полевых измерений на созданном полигоне;

- обработка измерений и уравнильные вычисления;
- оценка точности измерений.

Комплект оборудования, использованного для обустройства геодезического полигона, включал в себя: базовую станцию (приемник Trimble R7 GNSS, спутниковая антенна Zephyr Geodetic), два репитера радиосигнала от базовой станции (два радиомодема Pacific Crest ADL Vantage Pro) и шесть передвижных приемников (приемники Trimble R7 GNSS, спутниковые антенны Zephyr.) Передвижные приемники оснащенные полевыми контроллерами TSC2.



Приемник Trimble R7 GNSS



Контроллер TSC2

Рис. 2. Устройства глобальных навигационных спутниковых систем

Перед началом производственных работ были выполнены необходимые статические измерения для развития опорной геодезической сети, которые заключались в следующем: базовый приемник и приемник с неизвестными координатами одновременно выполняют наблюдения и записывают данные в течение 15 минут — 3 часов. Такая длительность сессии вызвана необходимостью определения целочисленной неоднозначности фаз в начале сессии. Этому способствует и заметное изменение со временем конфигурации спутниковой системы. Одночастотные приемники используются для измерения баз длиной до 10–15 км, а двухчастотные — для баз длиннее 15 км (преимущества двухчастотных приемников заключаются в возможности адекватного моделирования эффекта воздействия ионосферы, а также меньшей продолжительности наблюдений для достижения заданной точности). После завершения сеансов наблюдений данные, полученные каждым приемником, собираются вместе, вводятся в компьютер и обрабатываются с помощью специальных программ с целью определения неизвестных координат пунктов. [3, с. 55]

Дальнейшая работа заключалась в обработке результатов полученных измерений с применением программного обеспечения Trimble Data Transfer, Trimble Business Centre и программы ArcView, позволяющих выполнить обеспечение контроля качества измерений, быструю обработку базовых GNSS линий, уравнивание ге-

одезических сетей GNSS векторов методом наименьших квадратов, создание моделей поверхности, быстрое построение горизонталей и 3D-визуализация, расширенные возможности вычислений координат. Прделанная камеральная обработка показала, что средние квадратические ошибки в полигоне не превышают 5 секунд.

По результатам проделанной работы, были получены высокоточные координаты шести пунктов, благодаря которым, возможно дальнейшее обустройство геодезического полигона: создание совместно с профильными организациями геодезического полигона, передачу координат с этих пунктов в здание техникума и закладка напольных реперов и определение их координат, которые позволят организовать учебный процесс независимо от погодных и температурных условий.

Практическая значимость данного полигона очень высока. Полигон позволяет проводить лабораторно-практические работы, выполнять измерения с максимально высокой точностью.

Пункты создаваемого полигона были исследованы и измерены с максимально высокой точностью, с применением современных технологий, высокоточного оборудования и компьютерных программ. Описанная в работе методика создания учебного геодезического полигона, может использоваться в дальнейшем как алгоритм при создании аналогичных полигонов с использованием систем спутникового позиционирования.

Таблица 1

Координаты пунктов точек учебного геодезического полигона

name	x	y	h
T1	6046028,088	9619215,634	282,558
T2	6046063,525	9619112,655	284,548
T3	6046199,951	9619205,080	281,327
T4	6046125,064	9619273,104	280,615
T5	6046001,861	9619387,566	280,123
T6	6045928,887	9619336,007	282,103

На данный момент работы по обустройству геодезического полигона не закончены. Его обустройство планируется продолжить в весенне-летний период, где планируются работы по закладке нивелирных марок и реперов.

Литература:

1. РТМ 68–8.20–93 Полигоны геодезические общие технические требования — Москва, ЦНИИГАиК, 1994 г.
2. Тревого, И. С. — «Геопрофи» изд. 1—2009 г.
3. Прихода, А. Г. GPS-технология геодезического обеспечения геолого-разведочных работ — Новосибирск: СНИИГГиМС, 2008. — 274 с.

9. ТРАНСПОРТ

Обеспечение безопасности производственного процесса эксплуатации трубопроводного транспорта в условиях Крайнего Севера

Лобач Илья Александрович, аспирант
Тюменский государственный нефтегазовый университет

Обеспечение безопасности является одним из главных условий непрерывной работы трубопроводного транспорта углеводородных ресурсов. Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. [1]

Целью данной работы является разработка, планирование и управление производственными процессами, их результатами, а также повышения качества при эксплуатации за счет применения цифровой модели объектов трубопроводного транспорта.

Создание цифровой модели конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК» было реализовано в программном комплексе OLGA v.7.2.2 компании Schlumberger с использованием программы по моделированию свойств флюидов PVTsim v.20.2.

На текущий момент, данный программный продукт является единственно возможным инструментом и не имеет аналогов для решения целого ряда задач:

- пуск/остановка, изменение режима работы трубопроводов;
- решения задач дисбалансов при эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов с множеством поставщиков сырья, что приводит к колебаниям пропорций флюидов и неравномерности распределения плотности вдоль трубопровода;
- анализа и решения проблем пробкообразования при транспорте газоконденсатного потока на базе изучения динамики движения многофазных систем, в том числе моделирование процесса очистки трубопроводов поршнями;
- решения задач термодинамического взаимодействия трубопровода и грунтов (окружающей среды).

В связи с подключением сторонних месторождений к конденсатопроводу «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК» на полуострове ЯМАЛ автором было принято решение рассмотреть возможность увеличения прокачки дополнительных объемов деэтанализированного конденсата по вышеуказанному объекту трубопроводного транспорта.

В качестве решения данного вопроса была построена цифровая гидравлическая модель конденсатопровода

«Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК». За основу создания гидравлической модели принята расчетная схема конденсатопровода.

Первоначальным этапом настройки и актуализации цифровой гидравлической модели конденсатопровода являлось моделирование свойств перекачиваемого флюида, от правильности — создания которого зависела вся дальнейшая работа модели.

При настройке свойств перекачиваемого флюида были использованы результаты лабораторных исследований физических свойств и компонентно-фракционного состава деэтанализированного конденсата Юрхаровского НГКМ, проведенных лабораторией химического анализа ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ».

Результаты исследования состава деэтанализированного конденсата Самбургского месторождения, проведенные в лаборатории ОАО «Арктическая газовая компания», а также компонентный состав на июль 2014 года приняты для настройки свойств флюида в программном продукте PVTsim. Информация о свойствах конденсата ачимовских залежей Уренгойского месторождения была получена из отчета «Определение эффективного ингибитора АСПО (Асфальтосмолопарафиновые отложения) и его оптимальной концентрации», выполненного ООО «ТюменНИИгипрогаз».

После создания и настройки флюидальных моделей деэтанализированного конденсата, подаваемых в конденсатопровод с Юрхаровского, Самбургского и Уренгойского месторождений удалось настроить и актуализировать гидравлическую модель конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК», а также рассмотреть следующие вопросы:

— Определение возможности увеличения пропускной способности конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК» посредством строительства лупингов и в условиях планируемого увеличения объемов подачи деэтанализированного конденсата (ДЭК) на период до 2017 г;

— Анализ рисков, связанных со сроками ввода в эксплуатацию лупингов конденсатопровода в условиях многовариантности соотношений объемов подачи сырья с различных месторождений;

— Анализ режимов работы конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК».

По данным инженерных изысканий в районе расположения конденсатопровода температура грунтов на глубине 1,5–2 м составляет в летнее время года минус 0,1 °С, в зимнее время года — 5,1 °С.

Деэтанализованный конденсат с Юрхаровского месторождения будет поступать в проектируемый конденсатопровод с температурой плюс 4 °С. Согласно теплотехническим расчетам, в результате теплообмена с грунтом, температура продукта будет понижаться в холодный период (октябрь-июнь) до минус 3,5 °С, в летний период (июль-сентябрь) — до плюс 2,3 °С. Среднегодовая температура конденсата на всех участках трубопровода отрицательная, близкая к нулю.

Согласно проектной документации, для строительства конденсатопровода использованы стальные бесшовные трубы из стали 13ХФА, защищенные от коррозии трехслойным защитным покрытием толщиной не менее 2,5 мм.

Глубина подземной укладки составляет порядка 2 м. Теплоизоляция на подземной части трубопровода отсутствует. Надземные участки трубопровода, соединительные детали и арматура теплоизолируются минеральными ватными матами толщиной до 60 мм.

Актуализация цифровой модели проводилась согласно данным о параметрах работы конденсатопровода. В модели температура грунта на глубине 2 м была задана порядка 0 °С. В силу того, что флюид в конденсатопроводе во всем диапазоне рабочих условий является однофазным, а режим течения сырья является установившимся, таким образом отсутствует необходимость в проведении длительного динамического расчета.

В ПО OLGA был выполнен расчет стационарного режима работы конденсатопровода в режиме STEADY STATE.

В связи с тем, что конденсат в трубопровод подается подготовленным, а значит и очищенным от механическим примесей, шероховатость конденсатопровода за время его эксплуатации не должна была значительно отличаться от шероховатости новых труб. Поэтому автором для рас-

четов шероховатость трубы на всем ее протяжении была принята равной 0,05 мм. При этом для моделирования был выбран стационарный режим работы конденсатопровода.

При данном режиме на выходе насосной станции Юрхаровского месторождения был установлен определенный средний расход при среднем давлении на выходе. В то же время на входе Пуровского ЗПК установился средний расход.

Без применения каких-либо дополнительных настроек модель имеет достаточно хорошую сходимость с фактом (менее 2 кгс/см² (4%) по перепаду давления на конденсатопроводе). Наибольшую разницу по давлению модель/факт, достигающую 1,5 кгс/см² (9%), можно объяснить наличием неопределенности, некоторой нестабильностью так называемого стационарного режима работы конденсатопровода (в силу того, что скорость потока в конденсатопроводе длиной порядка 390 км составляет не более 2 м/с, изменение режима работы в начале конденсатопровода имеет отклик на его выходе лишь через достаточно продолжительное время (несколько десятков часов);

В целом, можно говорить о достаточно хорошей сходимости цифровой модели конденсатопровода с фактическими данными.

Благодаря созданной цифровой гидравлической модели конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК» удалось решить следующие задачи:

1. Определение возможности увеличения пропускной способности конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК» посредством строительства лупингов в условиях планируемого увеличения объемов подачи деэтанализованного конденсата (ДЭК) на период до 2017 г.

2. Анализ рисков, связанных со сроками ввода в эксплуатацию лупингов конденсатопровода в условиях многовариантности соотношений объемов подачи сырья с различных месторождений.

Применение данного проекта является экономически целесообразным.

Литература:

1. Федеральный закон № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. OLGA Dynamic Multiphase Flow Simulator [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.software.slb.com>
3. А. Н. Маркин, Р. Э. Низамов, С. В. Суховерхов. Нефтепромысловая химия. Практическое руководство. Владивосток, Дальнаука, 2011 г. 294 с.
4. Г. И. Фукс. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. Москва, 2003 г. 331 с.

Оценка безопасности движения на пересечениях автомобильных дорог

Титова Александра Александровна, студент;

Ивлев Виктор Юрьевич, студент;

Титова Полина Александровна, студент

Тамбовский государственный технический университет

Ежегодно увеличивается количество автомобилей во всем мире, растет объем перевозок. Это способствует увеличению интенсивности движения. В условиях городов с исторически сложившейся застройкой это в свою очередь приводит к возникновению транспортной проблемы.

Особенно остро транспортная проблема проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети, т.е. на перекрестках. Из статистических данных видно, что около 40% дорожно-транспортных происшествий происходит на перекрестках.

В городах России давно сложилась историческая планировка улично-дорожной сети. Из-за увеличения количества транспорта возникает перенасыщение улично-дорожной сети, что не отвечает требованиям современного дорожного движения.

Из-за всего этого образуются очереди, увеличиваются транспортные задержки и заторы. Это приводит к снижению скорости сообщения, неоправданному перерасходу топлива и повышенному изнашиванию узлов и агрегатов транспортных средств.

Все это влияет на снижение эффективности использования транспортных средств, скорость движения автомобилей. Снижение скорости транспорта из-за простоя у перекрестков приводит к повышению уровня шума, увеличению загазованности воздушного бассейна города и перерасходу горюче-смазочных материалов.

Частые остановки, переменный режим движения, скопления автомобилей на перекрестках являются причинами загрязнения воздуха в городах. Так же увеличивается шумовое воздействие.

Для того чтобы обеспечить быстрое и безопасное движение в городах необходимо применить комплекс архи-

тектурно-планировочных и организационных мероприятий. Сюда можно отнести реконструкцию существующих и строительство новых улиц, а также строительство пешеходных переходов (подземных и надземных), транспортных развязок, объездных дорог и т.д.

Безопасность дорожного движения — состояние данного процесса, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий. [4]

Дорожно-транспортное происшествие — событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб. [4]

Обеспечение безопасности дорожного движения — деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий. [4]

Как показывают исследования, большинство дорожно-транспортных происшествий происходит в «конфликтных точках», т.е. в местах, где на одном уровне пересекаются траектории движения транспортных средств или транспортных средств и пешеходов, а также в местах слияния и отклонения транспортных потоков (рисунок 1). Чаще всего такие ситуации возникают на пересечениях дорог, где встречаются потоки различных направлений. Также, часть конфликтов происходит на перегонах дорог при перестроениях автомобилей в рядах маневрировании и при переходе проезжей части пешеходами вне перекрестков.



Рис. 1. Конфликтные точки

Наиболее часто такое взаимодействие участников дорожного движения возникает на пересечениях дорог, где встречаются потоки различных направлений (рисунок 2). [3]

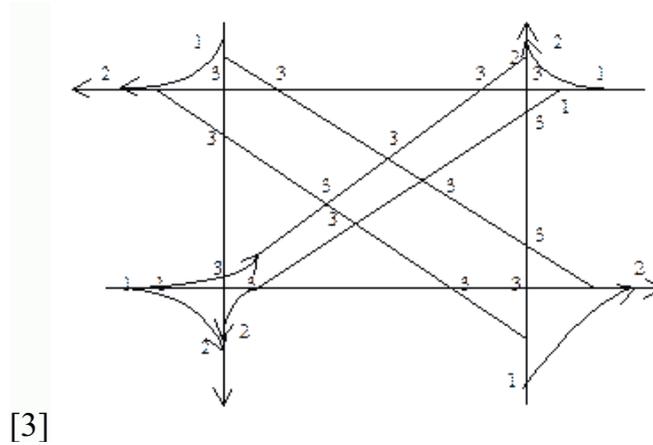


Рис. 2. Пример расположения конфликтных точек на перекрестке: 1 – отклонения; 2 – слияния; 3 – пересечения

Для того чтобы рассчитать показатель безопасности движений, который характеризует число дорожно-транспортных происшествий на данном перекрестке, применяют следующую формулу:

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n k_i MN}{M+N}, \quad (1)$$

где M — число конфликтных точек, N — интенсивность движения конфликтующих транспортных потоков, k_i — коэффициент относительной опасности каждой конфликтной точки

В зависимости от значения k_a каждый перекресток по степени опасности может быть: [2]

- $k_a < 3$ — неопасным
- $3 < k_a < 8$ — малоопасным
- $8 < k_a < 12$ — опасным
- $k_a > 12$ — очень опасным

В данной работе мы определили степень опасности перекрестка ул. Карла Маркса и ул. Державинская города Тамбова с учетом всех возможных направлений движения транспортных потоков и интенсивности движения.

Далее представим расчет необходимого числа полос движения, представленных на рисунке 3:

Таблица 1

Значение коэффициентов относительной опасности для наиболее характерных случаев конфликтных точек

Условия движения	Направление движение автомобилей	Характеристика пересечения	Значения k_i
Слияние потоков	Правый поворот	$R < 15 \text{ м}$ $R \geq 15 \text{ м}$	0,025 0,004
	Левый поворот	$R < 10 \text{ м}$ $10 < R < 25 \text{ м}$	0,032 0,025
Разделение потоков	Правый поворот	$R < 15 \text{ м}$ $R \geq 15 \text{ м}$	0,02 0,006
	Левый поворот	$R < 10 \text{ м}$ $10 < R < 25 \text{ м}$	0,03 0,004
Пересечение потоков	Пересечение под углом	$\alpha \leq 30^\circ$	0,008
		$50^\circ \leq \alpha < 75^\circ$	0,036
		$90^\circ \leq \alpha < 120^\circ$	0,012
		$150^\circ \leq \alpha < 180^\circ$	0,035

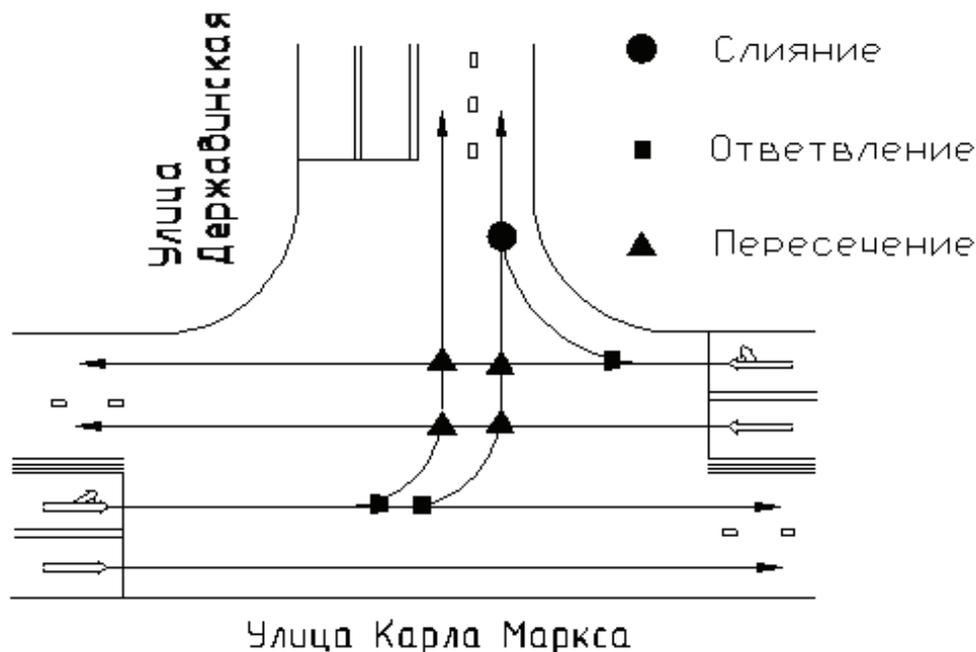


Рис. 1. Перекресток ул. Карла Маркса и ул. Державинская города Тамбова

I. СЛИЯНИЕ ПОТОКОВ:

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,025 \times 47 \times 53}{47 + 53} = 0,6;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,025 \times 934 \times 20}{20 + 934} = 0,5;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,025 \times 25 \times 875}{25 + 875} = 0,6;$$

II. ОТВЕТВЛЕНИЕ ПОТОКОВ:

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,02 \times 934 \times 53}{934 + 53} = 1;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,004 \times 875 \times 47}{875 + 47} = 0,2;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,004 \times 20 \times 25}{20 + 25} = 0,04;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,02 \times 20 \times 25}{20 + 25} = 0,2;$$

III. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОТОКОВ:

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,012 \times 47 \times 934}{934 + 47} = 0,5;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,012 \times 25 \times 934}{934 + 25} = 0,3;$$

$$k_a = \frac{\sum_{i=1}^n 0,012 \times 47 \times 25}{25 + 47} = 0,2;$$

Из расчетов сделаем вывод, что степень опасности перекрестка ул. Карла Маркса и ул. Державинская с учетом всех возможных направлений движения транспортных потоков и интенсивности движения составляет 4,14. Из этого следует, что данный участок является малоопасным.

Литература:

1. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. — М.: Транспорт, 1982. — с. 110.
2. Клиновштейн, Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://gendocs.ru/v33022/клиновштейн_г.и._организация_дорожного_движения?page=14 (дата обращения: 15 декабря 2014).
3. Конфликтные точки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://lektsiopedia.org/lek-9910.html> (дата обращения: 15 декабря 2014).
4. ФЗ от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=156600> (дата обращения: 15 декабря 2014).

Использование данных операторов мобильной связи для оптимизации маршрутной сети общественного транспорта мегаполисов

Федоров Владимир Анатольевич, кандидат экономических наук, доцент
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Санкт-Петербург)

В статье сравниваются различные методики получения достоверной информации для оптимизации маршрутной сети мегаполиса. Дается обзор перспективных направлений развития в этой области.

Ключевые слова: пассажиропоток, матрица корреспонденций, пассажирские перевозки.

Города должны быть экономичными и удобными для проживания — это трюизм. Одной из характеристик удобных для проживания городов является «возможность перемещаться с удобствами без необходимости владеть автомобилем или пользоваться им — чем более удобен город для автомобилей, тем менее он привлекателен для людей» [1].

Прежде чем перейти к исследованию использования новых возможностей для оптимизации маршрутной сети, необходимо сделать краткий обзор существующего положения дел в этой области. Не подлежит сомнению, что число поездок на одного жителя в год возрастает с ростом города и, по-видимому, стремится к некоторому пределу. Однако с утратой научных школ, в рамках которых исследовались различные гипотезы построения маршрутных сетей, и тем, что в городах перестали проводить сплошные обследования пассажиропотоков, ссылаясь на отсутствие финансирования, можно перечислить то, что не делаем и то чего не можем сделать. Так в настоящее время мы не можем дать эмпирическую формулу для расчета числа поездок на жителя в год для конкретного города, мы не знаем предел, к которому стремится число поездок с ростом города. Мы так же не знаем величину средней дальности поездки в крупных городах, у нас нет данных для расчета зависимости дальности поездки от радиуса или площади города, и какой процент в общей мобильности граждан города составляют трудовые поездки. Мы не можем адекватно оценить работу транспорта, поскольку не знаем, сколько километров проезжает конкретный пассажир.

И если автомобилизация населения городов вступила в конфликт с планировкой города, то у нас нет четкой стратегии: с чем мы будем бороться — с автомобилизацией, или планировкой города, или с тем и другим одновременно. Кроме того существует весьма распространенное, но ничем не обоснованное и на наш взгляд ошибочное мнение о том, что максимальное уплотнение города, придание компактности и сжатости его территории (так называемая уплотнительная застройка), позволят уменьшить транспортные проблемы большого города. Все перечисленное — это то, что мы имеем на современном этапе в качестве условий для поиска метода рационального построения маршрутной сети города в любой сколь угодно сложной ситуации ее элементов. Можно было бы конечно продолжить перечень того, что мы не можем или не знаем в этой области, однако нашей задачей было по-

казать уровень запущенности ключевых проблем и сосредоточить свои усилия на поиске путей выхода из сложившейся ситуации.

Начнем с общих фундаментальных и общепризнанных категорий. Городской пассажирский транспорт (в дальнейшем ГПТ) обладает всеми признаками одной из частей сложной системы «город», являясь подсистемой и областью взаимодействия трех более общих систем: Город (как экономическое образование), Транспорт (как отрасль, выполняющая услуги по перевозке), Население (пассажиры — клиенты с определенными потребностями в перевозке). А также и признаками того, что ГПТ существует как достаточно самостоятельная саморазвивающаяся система.

Экономическим назначением ГПТ является обеспечение населения городов перевозками при минимальных затратах общественно полезного времени в передвижениях, максимальном транспортном комфорте, обеспечивающем минимальную транспортную утомляемость, минимальной себестоимости транспортной работы для транспортных предприятий. Современное положение ГПТ позволяет считать, что в его развитии возможны два принципиально отличных положения: первое — как основного и поддерживаемого городской администрацией, второе — как вспомогательного в рыночной конкуренции с индивидуальным автомобилем. В том и другом варианте повышение качества управления ГПТ определяется необходимостью обеспечения его конкурентных свойств в условиях быстрого роста парка индивидуального автомобильного транспорта. В свою очередь конкурентные преимущества ГПТ могут быть усилены путем повышения эффективности оперативного управления и качества транспортного планирования. При этом важнейшим фактором является наличие данных о пассажиропотоках, получаемых в режиме реального времени.

Для современного этапа развития ГПТ, существующие в российских мегаполисах, регулярные маршруты представляют собой совокупность традиционных «старых» маршрутов и «новых» — в подавляющем большинстве коммерческих. «Новые» маршруты, особенно на прибыльных участках, почти всегда дублируют «старые». Дополнительную сложность в маршрутную сеть вносят пригородные маршруты, которые начинаются в области и заканчиваются в городе, зачастую с той же целью — дублировать при-

быльные участки «старых» городских маршрутов. Данные маршруты, в силу областного законодательства, открываются без согласований с городскими администрациями. Существование такой маршрутной сети приводят к достаточно парадоксальной ситуации, когда при общем избытке подвижного состава в инвентаре, на линии имеют место недостаток транспортных средств, рост времени ожидания на отдельных маршрутах, особенно в вечерние часы и переполнение подвижного состава в часы пик.

Одним из способов устранения данных недостатков является *оптимизация маршрутной сети и подвижного состава на маршрутах по вместимости*. Оптимизировать маршрутную сеть можно только при совместном соблюдении трех условий:

1. известно, куда направлены потоки движения;
2. известно — откуда движутся эти потоки;
3. известен — физический объем этих потоков.

Однако необходимо учитывать, что оптимизации маршрутной сети, в зависимости от интересов заинтересованных сторон, может производиться со следующими целями:

1. максимизация прибыли затрат (минимизация) затрат Перевозчиков (в интересах Перевозчика);
2. минимизация времени на перевозку (в интересах пассажиров);
3. разгрузка проблемных транспортных узлов (в интересах администрации города, пассажиров, инвесторов и перевозчиков).

Признавая многоцелевую задачу «оптимизации маршрутной сети», в данной статье будет исследоваться только возможность ее оптимизации с *позиций минимизации времени и затрат на трудовые поездки*. Так, в соответствии с требованиями СНиП 2.07.01–89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», затраты времени на передвижения от мест проживания до мест работы (в один конец) для 90% трудящихся городов с населением, свыше 2 миллионов человек не должны превышать 45 минут. Однако в настоящее время фактические затраты времени в два и более раз превышают установленные данным СНиП.

Повышение продолжительности времени поездки приводит к повышению транспортной усталости и снижает производительность труда. Но в рыночных условиях, когда появляется возможность выбора между альтернативными видами транспорта, этот критерий должен быть дополнен еще одним условием — минимизацией расходов на осуществление перемещения:

$$\begin{cases} T_{об} = (T_{п} + T_{о} + T_{дв}) \rightarrow \min, \\ K \times P \rightarrow \min, \end{cases}$$

где:

- $T_{об}$ — общие затраты времени (мин.);
 $T_{п}$ — затраты на пешеходный подход (мин.);
 $T_{дв}$ — время на поездку (мин.);

$T_{о}$ — время ожидания (мин.);

K — количество пересадок;

P — тариф за одну поездку (руб.).

С точки зрения каждого пассажира цель достигается при полном удовлетворении его потребности в передвижении и при этом минимизации затрат на него. Под затратами следует понимать размер проездной платы, который зависит не только от тарифа, но и от количества необходимых для завершения поездки пересадок. Таким образом, целевая функция может быть оценена не только в натуральных единицах, но и в стоимостных, что дает возможность для пассажира выбора между различными вариантами перемещения.

Возможный вариант разработки оптимальной маршрутной сети по функции времени состоит из следующих этапов:

1. для каждого из расчетных районов определяется группа показателей: сумма длин маршрутов и сумма времени движения по ним;
2. выбор кратчайшего расстояния между каждой парой расчетных районов и определение альтернативных участков движения;
3. определение корреспонденций между расчетными районами (все передвижения и поездки на транспорте общего пользования) для принятия различных гипотез;
4. определение пассажиропотоков по каждому участку маршрутной сети;
5. оценка расчетных вариантов.
6. Наиболее сложным является этап *определения корреспонденций между расчетными районами*. Считается, что корреспонденцию поездок можно определить талонным или анкетным методами обследования. Исследуем возможности данных методов для современного этапа развития ГПТ.

Главный недостаток талонного обследования пассажиропотоков в том, что оно не позволяет установить какая часть пассажиров, проезжающих по маршруту пользуется только данным маршрутом, а не переходит на другие маршруты или другие виды транспорта, совершая маятниковые миграции (трудовые, культурно-бытовые, учебные и другие поездки). В результате такого обследования все полученные данные будут искажены, а именно завышены число поездок (одна поездка с пересадкой будет считаться за две, с двумя за три и т.д.) и загрузки перегонов, а так же занижена средняя дальность поездки. Одновременное обследование пассажиропотоков на всех видах наземного пассажирского транспорта талонным методом не дает практических результатов по выявлению связей, так как данные обследования получают в отдельности по каждому виду транспорта. Сроки обработки материалов занимают продолжительное время, так как вся подготовительная работа выполняется вручную и лишь заключительный этап с использованием вычислительной техники, а значит и стоимость такого обследования высока. Результирующая часть обследования, так называемая картограмма пассажиропотоков, является фактически

картограммой загрузки участков транспортной сети.

Проблему трудоемкости обследования пассажиропотоков существующими «ручными» методами могла бы решить их автоматизация. Однако анализ существующих на отечественном рынке систем показал, что полностью универсальных для всех видов и типов транспортных средств, автоматизированных систем учета пассажиров в настоящее время не существует [2].

Для исключения данного недостатка полностью автоматизированных систем учета имеется ряд исследований, посвященных восстановлению матрицы корреспонденций на основании данных входа и выхода пассажиров с использованием электронных систем подсчета пассажиров. Принцип действия электронной системы подсчета пассажиров представлен на рисунке 1.

В дверных проемах автобуса над головой пассажиров установлены инфракрасные датчики (1). Каждый датчик контролирует зону, расположенную под ним, и передает сигнал по линиям связи (2) на вычислительный блок (3). Вычислительный блок производит подсчет числа пассажиров, проходящих через двери автобуса. Результаты подсчета могут передаваться на навигационный модуль (4) и далее через сотовую GSM-сеть на сервер статистики. Востребованность таких систем объясняется еще и тем, что их внедрение позволяет предотвращать сокрытие выручки и управлять подвижным составом с учетом наполнения подвижного состава.

Для «восстановления» матрицы корреспонденций, на основе данных полученных от такой системы, используется принцип «высаживания» из подвижного состава пассажиров, вошедших первыми. Так сначала выходят пассажиры, севшие на первой остановке, затем севшие на второй и так далее [3]. Подход аналогичен методу ФИФО или ЛИФО в бухгалтерском учете. Инновация данного подхода заключается в нахождении наименьшей погрешности при отсутствии данных о том, на какой остановке пассажир, зарегистрировавшийся в системе, ее покинет. Достоверность (погрешность выше 20%) такой калибровки для наземного транспорта намного ниже, чем при составлении подобной матрицы для пассажиров метрополитена. Нужно сказать, что данные системы используются

в нашей стране достаточно давно. Так в Петербургском метрополитене, с октября 1998 года используется электронная система оплаты проезда, которая дает полную информацию, когда, на какой станции и по каким видам проездных билетов пассажиры входят в метрополитен. Однако для построения матрицы корреспонденций необходимо иметь информацию не только о входе, но и о выходе пассажиров из метрополитена. Выход пассажиров из метрополитена так же фиксируется. Матрица корреспонденций строится с помощью специализированного программного продукта. Погрешность этих расчетов оценивается специалистами на уровне 10–15%. Для получения более точной информации необходимы электронные способы фиксации выходного потока, которые предполагается внедрить одновременно с внедрением зонной оплаты проезда. В этом случае турникеты будут фиксировать вход и выход конкретного пассажира, а не обезличенный пассажиропоток, как это делается в настоящее время.

Все вышеизложенное дает основание считать, что применение талонного метода обследования пассажиропотоков для целей оптимизации маршрутной сети наземного пассажирского транспорта выполняемого как ручным способом, так и с применением технических средств и последующей калибровкой результатов малоэффективно большой погрешности результатов.

Анкетный метод предполагает опрос населения с заполнением анкет о направлениях регулярных поездок. Наибольший эффект анкетное обследование дает при опросе населения по месту работы основных пассажирообразующих и пассажиропоглощающих пунктов обслуживаемого района, хотя оно может проводиться и непосредственно в подвижном составе или на остановочных пунктах. Сложность в данном методе представляет заполнение и обработка анкет.

Если предположить, что изменение маршрутной сети в первую очередь должно отвечать требованиям трудовых передвижений, то необходимо произвести районирование города по транспортным районам. Данное районирование в современных условиях можно произвести по укрупненным группам почтовых отделений связи, используя данные Службы занятости, получить места проживания

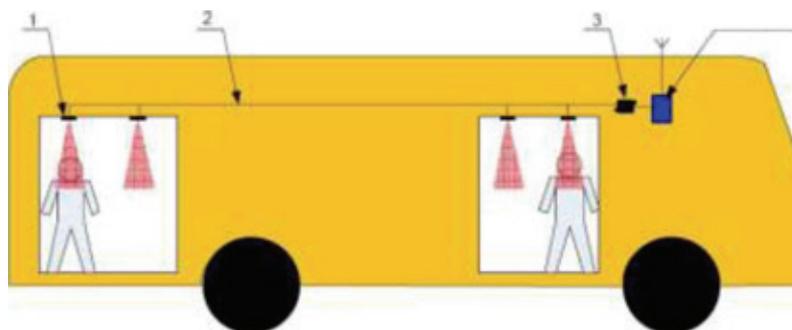


Рис. 1 Схема организации электронного подсчета пассажиров

и приложения труда. В результате обработки материалов можно сформировать прогнозную матрицу корреспонденций (откуда — куда).

В общем виде задача выбора оптимальной маршрутной сети формулируется следующим образом:

- имеется существующая маршрутная сеть;
- пункты зарождения и гашения транспортных потоков, так называемые транспортные районы и соединяющие их участки улиц — звенья;
- время движения по каждому звену;
- пассажиропотоки между звеньями.

Требуется определить оптимальную схему автобусных маршрутов, чтобы суммарные затраты времени всеми пассажирами на ожидание поездки и пересадки были минимальными.

В упрощенном виде без введения в условия задачи таких ограничений, как вместимость единицы подвижного состава, интервал движения по всей маршрутной сети, установленную пешеходную доступность остановок и т.п., определение числа вариантов оптимальной маршрутной сети будет находиться между следующими крайними вариантами максимальным числом маршрутов и максимальным числом пересадок.

Если связать все транспортные районы города между собой прямыми беспересадочными маршрутами, то число маршрутов будет определяться по формуле (1):

$$Q_m = (Q_p - 1) \times Q_p / 2 \quad (1)$$

где Q_m — число маршрутов

Q_p — число районов

К примеру, если предположить, что город разделен на 67 транспортных районов, то число беспересадочных маршрутов будет равно:

$$Q_m = (67 - 1) \times 67 / 2 = 2211$$

В случае, если все маршруты соединены только между соседними районами, (вариант с тах числом пересадок), то число маршрутов будет определяться по формуле (2):

$$Q_m = Q_p - 1 \quad (2)$$

где Q_m — число маршрутов

Q_p — число районов

Таким образом *решение задачи сводится к тому, чтобы выбрать путем направленного отбора определенную комбинацию прямых и участковых маршрутов, которая бы обеспечивала \min суммарные затраты времени на поездки*. Очевидно, решение состоит в поэтапном элиминировании отдельных ограничений.

Рассчитав с использованием методов комбинаторного анализа маршрутную сеть под «пассажиров», необходимо сделать оптимальную привязку полученных маршрутов к трамвайным депо, автобусным и троллейбусным паркам, с целью обеспечения минимальных холостых (нулевых) пробегов. Решение данной задачи необходимо произвести в форме «транспортной задачи» линейного программирования и решить ее по принципу последовательного улучшения плана методом потенциалов. То есть, мы опять приходим к необходимости работать с погрешностями при калибровке маршрутов.

А это значит, что и данный метод, даже если исключить трудности в его применении, может служить только одной из основ для моделирования по оптимизации маршрутной сети.

По Причины ограниченных возможностей применения анкетного метода заключается в новых подходах к мобильности в мегаполисах. С одной стороны интернет и мобильная связь — порождают возможности для совершенно нового оформления социальных отношений. В конечном итоге рынок формирует автономного индивидуума, не склоненного перемещаться на общественном транспорте. К тому же развитие крупных мегаполисов постепенно демонстрирует отход от жесткого зонирования внутригородской территории. Это значит, что теряется основа моделирования — трудовая поездка. Другая причина заключается в том, что цель городского пассажирского транспорта — удовлетворение потребности населения города в перевозках является декларируемой. На практике все перевозчики являются коммерческими и им важнее обеспечить нагрузку и выручку на парк подвижного состава. В результате движение всех видов транспорта слабо синхронизировано, нет оперативной подмены одного вида транспорта другим и нет общей базы о работе транспорта. Транспорт работает не как единый механизм, а как разрозненные отдельные его виды, зародившиеся в конкурентной борьбе за выручку.

Две этих причины породили всплеск интереса к электронным системам оплаты проезда. Электронная система оплаты проезда, внедренная во всех крупных российских городах, позволяет иметь сведения о структуре поездок в системе городского пассажирского транспорта по видам транспорта, видам билетов и времени начала поездки на определенном маршруте и даже на определенной остановке или станции (по времени регистрации в системе). А вот выход из системы не регистрируется, кроме метро, где это делается без привязки к конкретно зарегистрированному в системе билету, а просто фиксируется общее число вышедших со станции. Трудность заключается в нахождении способа побуждения пассажира зарегистрировать свой выход. К примеру, в Амстердаме эта проблема решается путем объединения регистрация с требованием открывания дверей при выходе. Для того чтобы выйти на остановке, пассажир прикладывает билет к валидатору у выхода рис. 2.

Погрешность в данном случае возрастает с увеличением числа пассажиров выходящих одновременно из подвижного состава, когда требование открытия дверей для каждого выходящего не требуется.

Полученные данные используются для статистической отчетности и распределения выручки от совместных билетов. Можно сказать, что внедрение столь дорогостоящих систем электронной оплаты проезда поставила точку в извечных спорах предприятий перевозчиков о количествах перевезенных пассажиров и правильности установленного количества поездок по совместным билетам. А для пассажиров система электронной оплаты проезда создала лишь



Рис. 2. Валидатор на выходе из вагона трамвая в Амстердаме

удобства в пополнении так называемых «электронных кошельков» для оплаты проезда. Возникает вопрос — справедливо ли такое использование бюджетных средств, затраченных для внедрения данной системы? Социального выбора и согласования разнородных интересов всех участников перевозочного процесса не было. Проблема рационального согласования интересов в общественном транспорте вообще до настоящего времени не рассматривается, хотя и является одной из важнейших в решении транспортных проблем городов. По нашему мнению для периода развития общественного транспорта, в котором отсутствует рациональное согласование интересов всех заинтересованных сторон, необходимо отдавать приоритеты для внедрения безальтернативным системам. Одним из таких безальтернативных решений по критерию цена качество могло бы стать использование данных операторов мобильной связи для решения транспортных проблем.

Мобильная связь основана на обмене радиосигналами между телефоном и базовой станцией. Таких базовых станций на территории города множество. Нахождение включенного телефона определяется местоположением базовой станции, которая в данный момент его обслуживает рисунок 3.

Поскольку мобильными телефонами в настоящее время пользуется фактически все активное население городов, для исследований ежедневных траекторий перемещений в мегаполисе, возможны два типа данных:

1. объем трафика конкретной базовой станции;
2. регистрация перемещения телефона от одной базовой станции к другой. Первый тип данных проще получить и использовать, поскольку данные обезличены. Хронологическая последовательность создает траекторию суточного (недельного, годового) движения телефона.

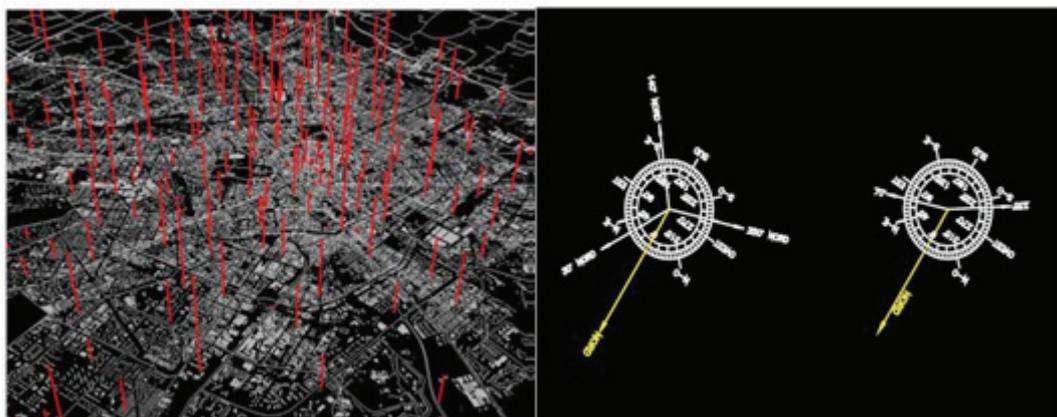


Рис. 3. Регистрация объема трафика с помощью радиотелефонов

Таким способом, в крупных городах можно провести сплошное обследование мобильности населения, как через разовые замеры, так и непрерывное. Для социологических обследований было бы полезно иметь возможность связать с идентификатором аппарата сведения о пользователе: год рождения, пол, среднемесячный объем расходов на связь.

Обобщая зарубежный опыт, следует отметить, что для наблюдения изменения плотности населения по территории используются данные первого типа — показатели динамики загрузки каждой базовой станции в течение дня. Так, исследования в Милане позволили наглядно отобразить на карте естественное «продвижение» загрузки станций от пригородов к центру города в утренние часы. Показательна также динамика загрузки в районе центрального вокзала, позволяющая уточнить границы «часа пик». В Риме созданы ГИС, отображающие концентрацию пользователей на территории города на основе подобных данных в реальном времени [4]. Испанские исследователи, наблюдая за изменением почасовой активности абонентов сети, делают выводы о фактическом использовании территории и автоматически уточняют карты функционального зонирования. Участки с преобладанием загрузки в будние дни и рабочие часы могут относиться к офисным и промышленным зонам, а участки с преобладанием загрузки в нерабочие дни и часы — к рекреационным и жилым [4].

Следующим шагом для зарубежного опыта, является использование данных второго типа. Компания IBM, реализуя проект управления транспортными потоками в Стамбуле, сумела договориться с местным оператором связи об использовании его баз данных [4]. Английская фирма ITIS экспериментирует с системой определения загруженности дороги по сигналам сотовых телефонов. Поскольку базовые станции сотовой телефонии следят за местонахождением каждого мобильного аппарата и обмениваются с ним кратковременными сигналами, даже когда он не занят разговором, по приборам сотовой сети можно определить, где концентрация телефонов высока, а где мала. Что говорит об интенсивности движения в данном районе. Система не лишена существенных недостатков, поскольку ее работа основана на подсчете телефонов, перемещающихся от одного датчика к другому и измерить реальное количество транспортных средств ей не под силу. Например, автобус, в котором находятся несколько десятков пассажиров, у каждого из которых есть телефон, система не отличит от нескольких десятков отдельных машин.

В Финляндии, чтобы бороться с пробками на дорогах, финское дорожное управление совместно с оператором мобильной связи «Радиолинья» создали новую службу слежения за интенсивностью движения. Для развертывания системы через каждые 4,5 километра дороги установлены датчики, отслеживающие движение телефонов. На основе информации от этих датчиков система определяет среднюю скорость движения транспортных средств

и общую загруженность дороги. Так можно рассчитать *ориентировочное время движения по маршруту и предсказать образование пробок.*

Собранные данные о ситуации на дорогах мгновенно поступают на теле- и радиостанции, которые и сообщают водителям об оптимальных путях объезда пробок.

Препятствием для использования данных о перемещениях владельцев мобильных телефонов является нежелание спецслужб делиться данной информацией под предлогом возможности ее использования в антиобщественных целях, а со стороны общества — опасение утечек персональных данных и утраты неприкосновенности частной жизни.

Однако, как нам кажется, большая часть разумных граждан может согласиться на разовое или периодическое использование «деперсонализированных» сведений в интересах городского планирования, улучшения транспортной ситуации, работы общественного транспорта. Более того, горожане уже демонстрируют такую готовность, участвуя в функционировании интерактивных общедоступных ГИС, отображающих загрузку транспортных сетей и дорожную информацию на основании добровольно передаваемых в центр обработки данных сведений пользователей (Яндекс-пробки и подобные).

Резюмируя все вышесказанное, можно констатировать следующее:

1. Наиболее эффективным средством управления системой ГПТ является совершенствование маршрутной сети, которое позволяет значительно снизить пересадочность, а следовательно затраты времени на передвижения.

2. Недостатком традиционного подхода к решению данной задачи является то, что, он ориентирован на распределение суточных корреспонденции. На наш взгляд, к оптимизации маршрутной сети необходимо подходить с позиции дифференциации потоков по времени, обращая при этом внимание, прежде всего, на периоды «пиков».

3. Несмотря на то, что разработкой оптимальных гипотез распределения по группам и целям передвижений на ГПТ во всем мире занимается огромное количество исследователей, в настоящее время не существует действенных методик, позволяющих оптимизировать маршрутную сеть в интересах пассажиров. Существующие в настоящее время методики разрабатываются в основном с позиций максимизации прибыли (минимизация затрат) Перевозчиков, а так же для разгрузки проблемных транспортных узлов или для создания транспортно-пересадочных узлов. Примером создания транспортно-пересадочных узлов является разработанная в Санкт-Петербурге, без проведения сплошного обследования пассажиропотоков, программа по созданию 80 транспортно-пересадочных узлов в районе станций метро и железнодорожных платформ. Строить транспортно-пересадочные узлы предполагается с привлечением частного капитала. Возврат инвестиций будет осуществляться за счет эксплуатации коммерческих площадей. Понятно, что ключевой целью в данных

проектах является эксплуатация коммерческих площадей, а не перераспределение пассажиропотоков.

4. Основой для оптимизации маршрутной сети является закономерность внутригородских передвижений, которую можно представить путем сопоставлений мест при-ложения труда и мест жительства граждан города.

5. Теоретически данные для построения матрицы корреспонденций только методом анкетного обследования. Однако сложность подготовки учетчиков, получение информации из-за нежелания пассажиров участвовать в обследовании, а так же дальнейшая обработка информации делают данный метод бесперспективным для мегаполисов.

6. Проблему трудоемкости обследования пассажиропотоков существующими «ручными» методами могла бы решить их автоматизация. Однако анализ существующих на отечественном рынке систем показал, что полно-

стью универсальных для всех видов и типов транспортных средств, автоматизированных систем учета пассажиров *в настоящее время* не существует.

7. До нахождения способа *регистрации выхода пассажира, зарегистрированного в системе*, строить матрицы корреспонденций пассажиропотоков и на их основе оптимизировать маршрутную сеть мегаполиса не представляется возможным. Выходом на данном этапе по нашему мнению может быть реализация следующих направлений:

- пошаговая калибровка данных обследования пассажиропотоков, получаемых при решении смежных задач;
- совершенствование электронных проездных билетов в направлении «саморегистрации» выхода пассажира из системы;
- предоставление накопительных скидок для пассажиров, выполняющих регистрацию выхода из системы.

Литература:

1. Вучик, В. (2011) Транспорт в городах, удобных для жизни, 576 стр.
2. Енин, Д. В. Анализ автоматизированных систем мониторинга пассажирских потоков // Д. В. Енин // Научный вестник автомобильного транспорта. — 2013 — Июль-август.
3. Елисеев, М. Е. О модели городского пассажирского транспорта: моделирование логики пассажира // М. Е. Елисеев, А. В. Липенков, Е. М. Елисеев // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. — Нижний Новгород, 2011. № 3. с. 347–352.
4. Жихаревич, Б. С. «Новые источники данных для моделирования городской агломерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://regconf.hse.ru/uploads/2e8990fe74ccfae73cfaee0e4076566c66519c20.docx> Дата обращения: 09.12.2014

10. АРХИТЕКТУРА

Дворцы Советского периода

Никитина Татьяна Александровна, старший преподаватель
Северный (Арктический) федеральный университет (г. Архангельск)

Октябрьская Социалистическая революция пробудила общественную жизнь огромные пласты народа. Жажда образования желание приобщиться к культуре были невиданными. Новая власть широко шла навстречу этому всеобщему стремлению. Возникла потребность в огромной сети новых общественно-культурных учреждений. И хотя для политического просвещения и культурно-бытового обслуживания народных масс отводились лучшие здания, ранее принадлежавшие верхушке общества и различным организациям старого режима, потребность в новом строительстве общественных зданий была настолько велика, что уже в 1918–1919 гг. имели место предложения о строительстве рабочих дворцов, школ, библиотек и т.п.

Ещё в годы Гражданской войны и восстановительного периода проводилось большое количество конкурсов на разработку общественных зданий. Преобладало соревнование в разработке индивидуальных проектов крупных сооружений. Конкурсы охватили широкий круг участников и сыграли заметную роль в выработке объёмно-планировочных решений новых общественных зданий. Разработка таких зданий не имела традиций, поэтому шла своим особым путём. Каждый вид имел свои этапы развития. Тем не менее, происходил постепенный отбор относительно лучшего в объёмно-планировочном построении зданий, предназначенных для выполнения новых общественных функций, подчинялся новой идеологии советской архитектуры.

Среди новых типов общественных зданий большое значение приобрели Дворцы культуры и рабочие клубы. Они должны были служить центрами общественной и культурной жизни трудящихся, стать очагами политического воспитания и просвещения. Интерес к этой теме проявился ещё в годы Гражданской войны, но к концу 1920-х годов наметился решительный поворот к расчленённому построению клубов и Дворцов культуры. Если до этого в проектируемых Дворцах культуры преобладала зрелищная группа помещений, и это находило выражение в их объёмной композиции, то в годы первой пятилетки, в связи с изменением содержания и форм культурно-просветительной работы, получил широкое признание функционально-расчленённый клубный комплекс. В противовес «ранговым» залам дореволюционного времени, наряду с разработкой наилучших условий видимости в зрительном зале, усилилось внимание к наи-

лучшей организации клубно-кружковой работы и как результат к общему построению здания.

В конце 1920-х — начале 30-х годов строительство клубов и Домов культуры велось во многих городах, в том числе и вновь заложенных. О размахе этого строительства даёт представление только тот факт, что за три года (1929–1932 гг.) в СССР было построено 480 клубов и Дворцов, в том числе 66 в Московской области.

Первым в СССР был Дворец культуры имени А. М. Горького в Нарвском районе г. Ленинграда (ныне г. Санкт-Петербург), построенный по проекту архитекторов А. Гегелло и Д. Кричевкого в 1925–1927 гг. Скульптор-литейщик А. Громов выполнил в мастерских Академии художеств гипсовую модель, по которой архитекторы уточняли объёмы помещений и прорабатывали фасады. Конструктивную разработку выполнили инженеры В. Райлян, Е. Герасименко и С. Шаблинский.

Дворец состоит из различных симметрично расположенных объёмов, каждый из которых имеет своё функциональное значение. Центральная овальная часть представляет собой огромный стеклянный витраж, расчленённый столбами на пять частей. В этом объёме расположен зрительный зал на 1900 мест и поэтажно расположенные фойе-галереи, примыкающие к витражу. По сторонам центральной части примыкают шестиэтажные объёмы, в которых располагаются лестничные клетки. От них отходят боковые крылья здания, в которых находятся концертный зал (малый зал), кинозал, библиотека, физкультурный зал, клубные помещения.

1925–1927 гг.

Здание решено в простых крупномасштабных архитектурных формах, усиленных контрастом больших глухих и остеклённых поверхностей. Это лаконичное монументальное сооружение, лишённое каких-либо декоративных элементов, построено в стиле Советский конструктивизм.

В 1931 г. к центральному вестибюлю большого зала сделали пристройку, где разместились билетные кассы, а над пристройкой устроили плоское перекрытие, увеличившее площадь балкона фойе.

Видимо под влиянием архитектуры Дворца культуры им. М. Горького в Ленинграде был осуществлён проект Дома культуры в Архангельске (ныне Театр драмы им. М. В. Ломоносова). Главный фасад здания был решён как

праздничный фон массовым «действиям»: протяжённые крыльцо и балкон служили трибунами, глухие плоскости по сторонам и большие окна — местом размещения транспарантов и портретов вождей.

К числу крупных Дворцов культуры относится и «Дворец Рабочего» в Харькове (ныне Дворец культуры железнодорожников), построенный по проекту архитектора А. Дмитриева в 1929—1932 гг.

В основе планировочного решения лежит секторообразный зрительный зал-аудитория вместимостью 2000 человек.

1929—1932 гг.

Внутренние помещения просторны и достаточно выразительны. Вестибюль украшен стеной росписью (худ. Е. Лансере). Центральная закруглённая часть здания обработана неглубокими впадинами, создающими впечатление гофрированной поверхности. В отделке фасадов использованы розовато-серый и чёрный гранит.

Значительным произведением является Дворец культуры Московского автозавода, возведённый по проекту братьев Весниных. Первая очередь Дворца была построена в 1933 г., вторая — в 1937 г. Комплекс раз-

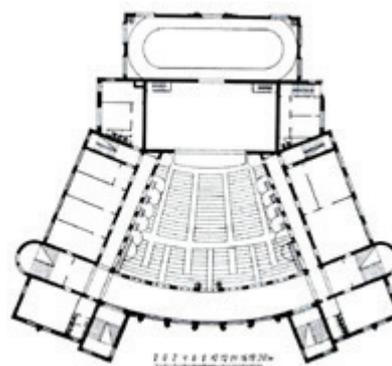


Рис.1. А. Гегелло, Д. Кричевский. Дворец культуры им. М. Горького. Ленинград. Общий вид, план

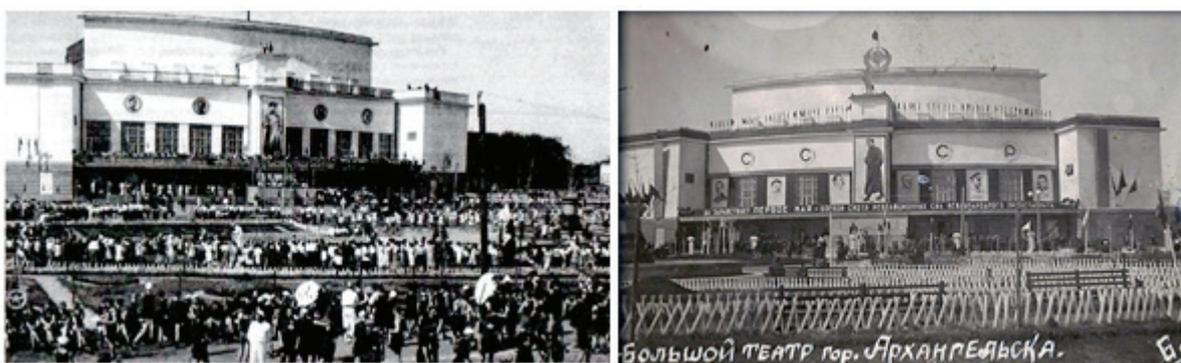


Рис.2. Дом культуры. Архангельск. главный фасад. 1929—1930 гг.



Рис.3. А. Дмитриев. Дворец рабочего. Харьков

мещён на высоком берегу Москвы-реки. Первоначально в состав помещений, помимо Малого театра и большой группы клубных помещений, проектировался театр на 4000 мест, предназначенный для массовых театральных действий. В дальнейшем от строительства столь большого театра отказались.

Осуществлённое здание имеет объём более 100 тыс. м³ и полезную площадь около 18,5 тыс. м². Клубная часть, имеющая в плане вид буквы Т, соединена переходом с корпусом театра. В клубном корпусе на первом этаже просторный входной вестибюль, на втором — анфилада залов для празднеств, игр и выставок, на третьем этаже — клубные комнаты. Внутренним помещениям присущи простые хорошо проработанные формы.

В конструкции здания использован монолитный железобетон. Наружные кирпичные стены Дворца отделаны терразитовой штукатуркой с включением мраморной крошки.

Немаловажная роль отводилась Дворцам искусства. К концу 1920-х гг. была уже детально разработана программа нового типа зрелищных сооружений — театра

массового действия, который в начале 30-х гг. XX века начал восприниматься как главное общественное сооружение, предназначенное для многофункционального использования — театральных представлений, митингов, собраний, спортивных состязаний, лекций. Предполагалось объединение зрительного и сценического пространства в одном зале, охват действия зрителем с трёх сторон и даже доступ на сцену механического транспорта и демонстраций.

Одним из представителей этого направления является Дворец искусств в г. Иваново (ныне Ивановский государственный театральный комплекс).

Это общественное здание, построенное в стиле конструктивизм, возведено на месте снесённых Покровского и Троицкого соборов. В 1931 году на Покровской горе, где стояли соборы, появилась надпись, выложенная из кирпича: «На месте очагов классового рабства построим дворец социалистической культуры». На следующий год здесь началось строительство одного из крупнейших в стране театров «массового действия» по проекту архитектора А. Власова.

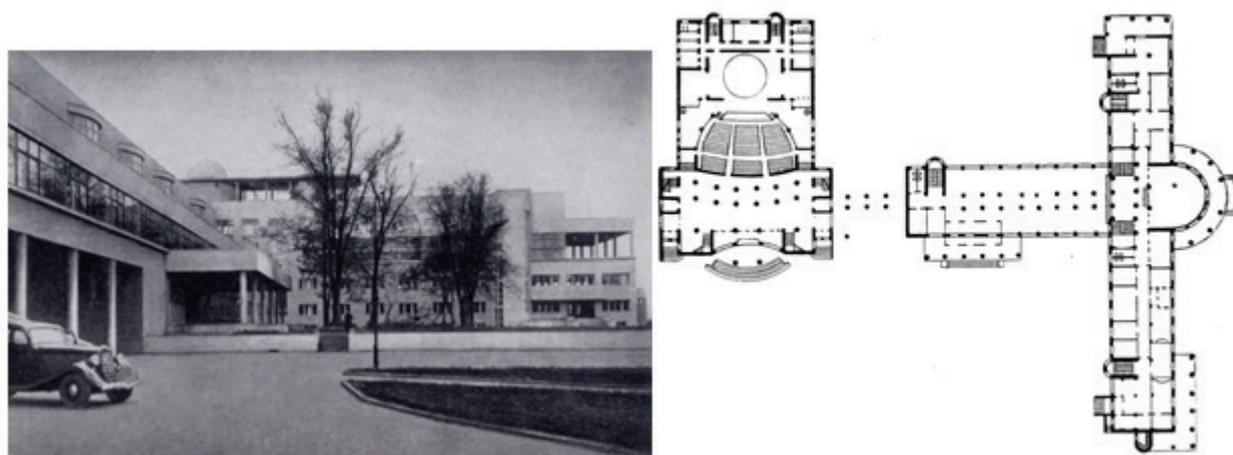


Рис. 4. Л., В., А. Веснины. Дворец культуры автозавода им. И.А. Лихачева. Москва. Общий вид, план 1 этажа. 1932–1937 гг.



Рис. 5. А. Власов. Дворец искусств. Иваново. 1932–1939 гг.

К числу новых типов общественных зданий возникших в первые годы после революции, относятся Дворцы труда.

Формально Дворцы труда были зданиями, где размещались профсоюзные организации, однако в конкретных условиях первых лет советской власти, когда ещё только начинала формироваться новая система культурно-массового обслуживания, они стали одними из важнейших центров общественной жизни трудящихся и экспериментальной площадкой формирования новых типов общественных зданий.

В 1920 г. было принято специальное постановление ВЦИК, в котором говорилось: «Придавая особое значение участию профсоюзов в деле социалистического строительства и возрождения народного хозяйства, на основе коммунизма, и стремясь на деле осуществить тесное сотрудничество органов Советской власти с профессиональными организациями и обеспечить за профсоюзами благоприятные условия для их деятельности, ВЦИК постановляет: Обязать все Губисполкомы и Уездисполкомы предоставить Губпрофсоветам и Уездпрофбюро помещения для «Дворцов труда», вполне пригодные и достаточно обширные для удобного размещения в них всех местных профорганизаций» [10, с.30].

В первые послереволюционные годы, когда профсоюзы играли большую роль в общественной жизни страны, Дворцы труда стали одними из характерных типов комплексных общественных зданий, функции которых охватывали широкий круг вопросов (нередко далеко выходящих за пределы профсоюзной деятельности).

Символом нового общества должен был стать Дворец труда в Москве, конкурс на проект которого был объявлен в конце 1922 г. Дворец предполагалось разместить на проспекте Маркса (проспект существовал до 1990 г.). В нём должны были размещаться и большой зал на 8000 человек, и малые залы различного назначения (соборания, лекции, концерты, спектакли, кино и т.д.) на 300, 500 и 1000 человек, и комплексы помещений Моссовета и Московского комитета партии (залы для заседаний, кабинеты и т.д.), и музей социальных знаний, и столовая на 1500 мест и т.д. Повышенные объёмы Дворца труда предполагалось использовать для радиостанции, обсерватории, а на крыше предусматривалась возможность устройства посадочной площадки для самолётов.

Первую премию получил проект Н. Троцкого. В основе композиции плана лежит большой зрительный зал, к которому примыкают малые залы и обслуживающие помещения. Грандиозный объём эллиптического в плане зала подчеркнут своеобразными абсидами, в которых размещены лестницы.

Несмотря на первую премию, большинство архитекторов считали предложение Н. Троцкого не соответствующим идее Дворца труда ни с градостроительной точки зрения, ни по образным характеристикам.

Самым значительным явлением был проект братьев Весниных. Они выступили как представители нового творческого направления в архитектуре — конструктивизма. И их проект был ясной творческой декларацией этого направления. Характерны тщательная проработка функциональной стороны замысла, расчёт на его осуществление в новых железобетонных конструкциях. Зрительный зал, решённый единым амфитеатром, имел эллиптическую форму и был окружён пространством фойе. Горизонтальный висячий переход соединял объём зрительного зала с прямоугольным блоком, асимметрично завершённым 20-этажной башней, придавшей динамичность всей композиции. Башня завершалась своеобразной решетчатой мачтой-антенной с растяжками, образующей на фоне неба лёгкий геометризованный ажурный абрис.

Дворец труда не был построен. Сама программа конкурса предопределяла неосуществимость такого сооружения в условиях той поры. Но среди всех конкурсных проектов именно предложение Весниных воплощало в себе прогрессивные идеи новой архитектуры.

Конкурс на Дворец труда в Москве повлиял на формирование программ целого ряда местных конкурсов на этот комплексный тип общественного здания, состоявшихся в 1923—1926 гг.

Были проведены конкурсы на Дворец труда в Ростове-на-Дону, Екатеринославле и других городах Советского Союза.

Так, в программе конкурса на проект Дворца труда в Ростове-на-Дону (1925 г.) предусматривалось объединение в одном здании театра (на 3500 человек), двух концертных залов (на 500 и 1000 человек), столовой (на 1000 мест), библиотеки-читальни, двух аудиторий, спортивных залов, комнат для кружковых занятий и других помещений.

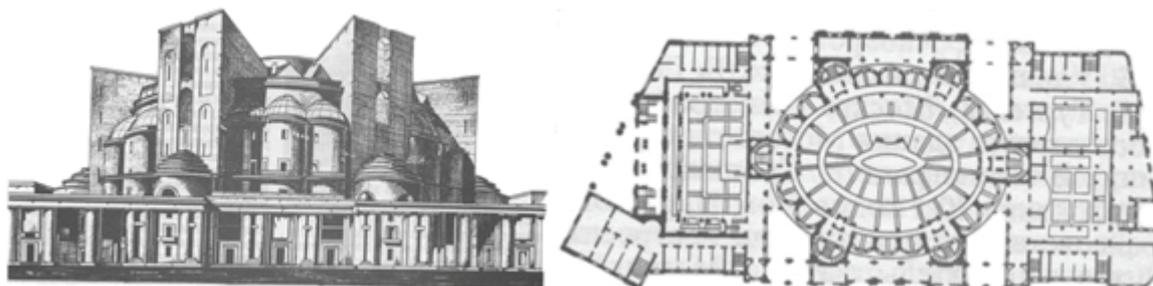


Рис. 6. Н. Троцкий. Конкурсный проект Дворца труда. Москва. (1-я премия). Фасад, план. 1923 г.

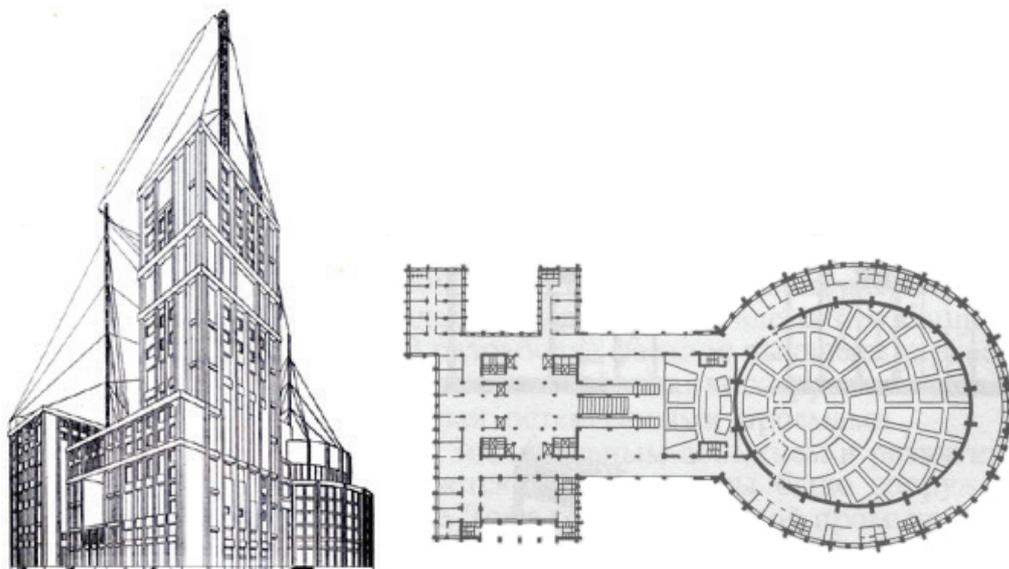


Рис. 7. Л., В., А. Веснины. Конкурсный проект Дворца Труда. Москва. Перспектива, план. 1923 г.

Дворец труда (ныне Дворец культуры железнодорожников) в Ростове — это один из самых первых в стране Дворцов для рабочих. Он до сих пор остаётся одним из крупнейших дворцовых зданий на юге России.

Первоначально здание Дворца задумывалось как здание-памятник, здание-монумент, имеющее большое градостроительное значение. Вертикаль Рабочего Дворца стала новой важнейшей градостроительной доминантой, обращённой в пространство города и играющей роль пространственной связи городка железнодорожников с самим городом.

После конкурсного отбора проектов специальная Комиссия остановила свой выбор на проекте, разработанном гражданским инженером М. Кондратьевым и архитектором А. Маркеловым. Дворец должен был являть собой контраст вытянутого по горизонтали основного объёма здания и вертикали башни. А она представляла собой мощный, сужающийся кверху объём, закрученный по спирали монументальной лестницей, её обрамляющей.

В ходе строительства проект был несколько раз изменён. Разработку проекта параллельно с идущей стройкой закончил ростовский архитектор Л. Эберг. Ему предстояло сделать окончательный вариант проекта, который был утверждён вместе с окончанием строительства.

Самые большие изменения произошли с башней: она получилась в виде вытянутого объёма — ничуть не напоминающей свой спиралевидный прототип. Верхнюю часть фасада украшал вылепленный герб Советского союза, ниже него стояла дата — 1927, слева и справа от герба надпись «Рабочий Дворец имени Ленина».

Интересным представителем дворцовой архитектуры является Дворец труда в Екатеринославле (ныне г. Днепрпетровск) (1925–1932 гг.). Современное название Дворец культуры металлургов имени Ильича. Когда в 1925 г. был объявлен всесоюзный конкурс на Дворец труда в Екатеринославле, только один проект оказался выполненным в формах классики — все остальные представляли различные направления набравшего силу конструктивизма. Ни один из отмеченных жюри проектов не был пригоден



Рис. 8. А. Маркелов, Л. Эберг. Дворец труда им. Ленина. Ростов-на-Дону. 1925–1927 гг.

к исполнению в натуре, и дальнейшее проектирование поручили А. Красносельскому, который должен был разработать проект в соответствии с реальными техническими и экономическими возможностями строительства. Центральную часть симметричной композиции занимает театр. Два боковых корпуса соединены с театром полукруглыми крыльями. В левом 2-этажном объёме внизу размещён кинотеатр, а на втором этаже — танцевальный зал. Первый этаж правого корпуса занимает спортзал, на втором находится библиотека, в закруглённых крыльях — клубные помещения. Органичное соединение в объёмно-пространственной композиции отдельных блоков с чётким зонированием функциональных процессов позволяет автономную эксплуатацию клубной и зрелищной частей здания. Дворец труда был построен возле рабочего посёлка им. Фрунзе и предназначался прежде всего для обслуживания трудящихся металлургического завода им. Г. И. Петровского. Здание закончено строительством к 15-й годовщине пролетарской революции.

Подобные Дворцы труда при всей комплексности их функционального назначения были уже в значительной степени специализированы и представляли собой центры культурно-массовой работы с чётко выделенными секторами — театральным, клубным, спортивным, библиотечным, лекционным и др. Развиваясь одновременно с другими типами общественных зданий, Дворцы труда

были важным этапом становления новой сети культурно-массовых учреждений, являясь одновременно и комплексными общественными центрами, и сферой формирования более специализированных типов зданий.

Дворец пионеров — это ещё один новый тип общественного здания, появившийся с новой властью в России. Дворец пионеров — детское внешкольное учреждение в СССР. На базе дворцов пионеров работали детские кружки, клубы и творческие коллективы, действовала методическая служба пионерской организации.

В начале Дворцы пионеров размещались, главным образом, в переоборудованных для этих целей особняках и дворцах аристократии, конфискованных после революции. В начавшемся с середине 1930-х годов строительстве новых зданий для дворцов и домов пионеров преобладали подражания формам дворцовой архитектуры прошлых эпох. Структура дворцов и домов пионеров, малоэтажных в силу специфики работы с детьми, слагалась из отдельных функциональных зон и групп помещений в соответствии с характером проводимой работы (политико-массовой, юннатской, в области технического и художественного творчества). Большая роль принадлежала идее синтеза искусств. Планировка прилегающего участка выполнялась с площадью парадов, игровыми и спортивными площадками и другими сооружениями.

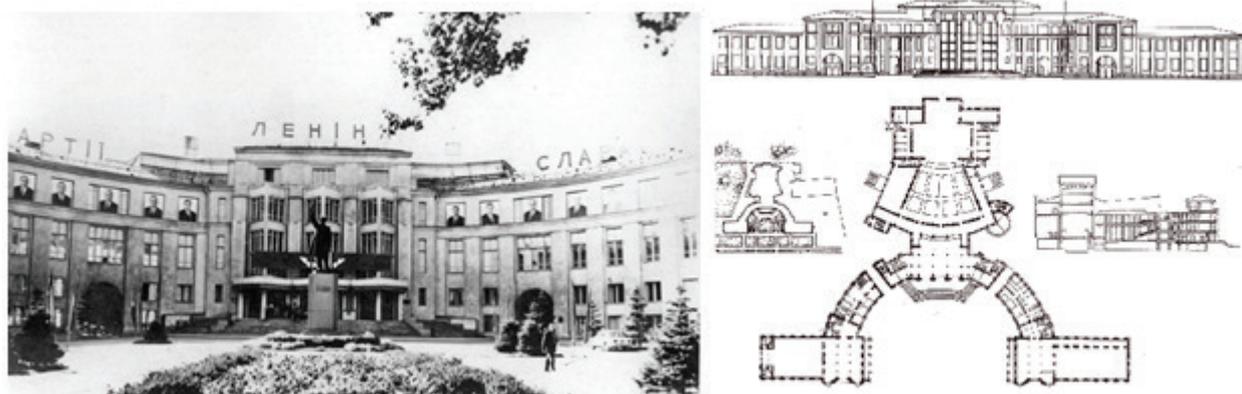


Рис. 9. А. Красносельский. Дворец труда. Днепропетровск. Общий вид, Генплан, план, разрез. 1925–1932 гг.



Рис. 10. Дворец пионеров. Архангельск. 1938 г.



Рис.11. Г. Иновицкий, Дворец пионеров, Сталино (ныне г. Донецк). 1928 г.

К концу первой пятилетки развитие советской архитектуры ознаменовалось проведением конкурсов на разработку проектов Дворца Советов. Решение о строительстве Дворца было принято ещё в 1922 г. на I съезде Советов СССР (идея Дворца Советов была высказана С. М. Кировым).

Московский Дворец Советов — один из самых известных нереализованных архитектурных проектов в истории. Огромное здание должно было стать символом победившего социализма, символом новой страны.

Утверждённая программа конкурса предусматривала размещение во Дворце большого зала на 15 тыс. человек для проведения съездов и малого на 6 тыс. человек для конференций, митингов, театральных представлений и т.п. Кроме того здание Дворца должно было иметь множество различных обслуживающих и подсобных помещений.

На конкурс было представлено более 150 проектов. Только после 4 тура конкурса Совет строительства постановил принять за основу проект архитектора Б. Иофана, в котором здание Дворца завершалось 18-метровой статуей «Освобождённого пролетария» (высота здания вместе со статуей — 260м). В июне 1933 года было принято решение Совета строительства здание Дворца завершить монументальной скульптурой Ленина высотой 50–75м, а само здание нужно было рассматри-

вать как пьедестал скульптурного памятника. Окончательным проектом 1939 года Дворец Советов задумывался как самое большое здание на земле. Его высота должна была достигать 415 метров — выше самых высоких сооружений своего времени: Эйфелевой башни и небоскрёба Эмпайр стейт билдинг. Здание-постамент должна была увенчивать скульптура Ленина высотой 100 метров.

Место строительства Дворца определили на набережной у площади Кропоткинских ворот, где прежде стоял Храм Христа Спасителя, взорванный в 1931 году.

Основа здания — большой круглый зал (диаметр 120 м) с местами, расположенными амфитеатром (вместимость 21 тыс. человек). В основу образного решения был положен принцип синтеза искусств. Ярусная композиция Дворца высотой 415 м завершалась гигантской скульптурой Ленина. Её автор, скульптор С. Меркуров, прекрасно понимал, что автоматическое увеличение статуи до стометровой высоты невозможно. Необходимо было учесть особенности её восприятия в сильных ракурсах и на большом расстоянии. Необычными, не имеющими аналогов были и абсолютные размеры статуи: голова имела размер больше пятиэтажного дома. Авторы не могли не понимать, что в условиях московского кли-

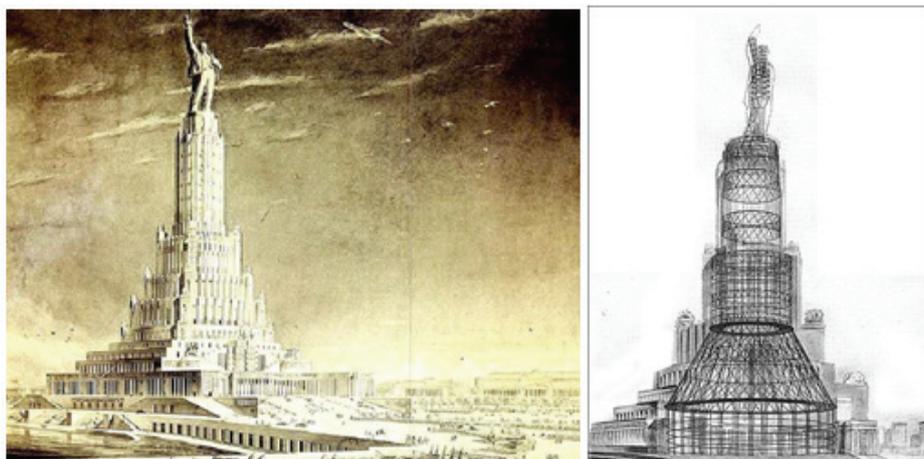


Рис. 12. Б. Иофан, В. Гельфрейх. Проект Дворца Советов. Общий вид, каркас. 1933–1935 гг.

мата большую часть года статуя будет закрыта облаками. В качестве материала была выбрана пластичная никелевая бронза.

Конструктивную основу здания составлял металлический каркас. Особенно сложным он был внутри статуи Ленина. Для каркаса была разработана специальная высокопрочная марка стали «ДС». Фундамент был заложен на глубину более 20 м, после чего начался монтаж каркаса. На фундаменте были установлены 32 огромных «башмака», на которые должны были опираться колонны залов первого этажа.

Строительство Дворца должно было полностью изменить планировку московского центра: сносились старые дома и целые кварталы, выпрямлялись улицы, планировалось пробить многокилометровые широкие проспекты, ведущие к площади перед Дворцом. В задании на проектирование огромное внимание уделялось организации различных шествий, демонстраций и парадов. Практически весь старый центр Москвы должен был подвергнуться коренной реконструкции.

Когда началась Великая Отечественная война, частично собранный каркас достиг высоты 10-этажного дома (его вес составлял приблизительно 25 тыс. тонн). В 1941 г. все работы на стройке были прекращены. Железнодорожным строителям остро не хватало металла для строительства мостов через реки Северную Двину, Вычегду, Усу, Вымь и другие, и летом 1942 поступило указание приступить

к разборке каркаса. Никакой специальной техники не было, заклёпки срезали автогенном, снятые металлоконструкции грузили на платформы и отправляли на строительство Северо-Печерской магистрали. Строительство Дворца Советов больше не возобновлялось, на месте его фундамента в 1960 г. по проекту архитектора Д. Чечулина был построен плавательный бассейн «Москва», который просуществовал до 1993 года.

Вслед за конкурсом на Дворец Советов стали проводиться конкурсы на градообразующие здания областных центров и столиц союзных республик. Гигантомания Дворца успела наложить отпечаток на представляемые конкурсные проекты. В качестве примера можно привести проект Дворца культуры в г. Архангельск. В 1933 году был объявлен конкурс проектов нового многоэтажного Дворца, который величественно возвышался бы над 1–2-этажным деревянным городом. Место, которое было отведено под строительство нового общественного здания историческое — отсюда начинался город Архангельск, здесь находились Гостиные Дворы — памятник архитектуры XVII века — подлежащие сносу. Победителями конкурса стали архитекторы А. Капустина, В. Кусаков и Б. Рогайлов. Только нехватка средств не позволила осуществиться строительству Дворца.

Самыми немислимыми проектами первых советских пятилеток стали Дворцы Коммунизма. Теоретики и практики архитектуры создавали свои работы в годы расцвета

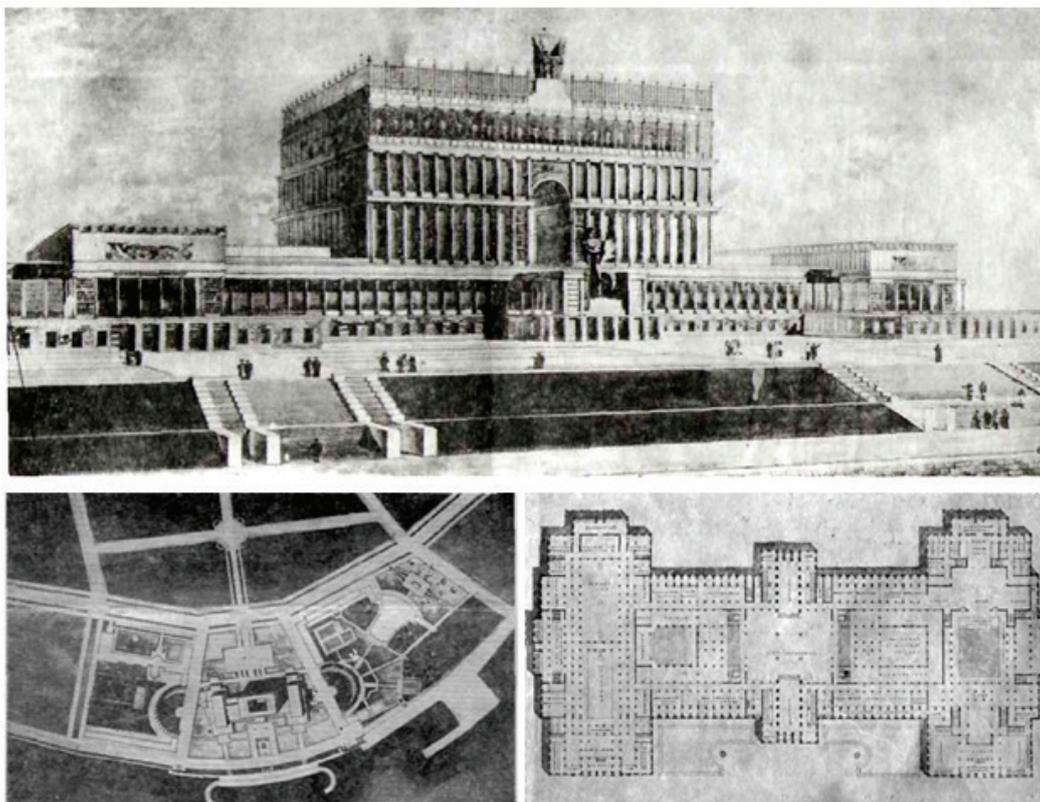


Рис. 13. А. Капустина, В. Кусаков, Б. Рогайлов. Конкурсный проект Дворца культуры в Архангельске. Перспектива. Генплан. План 1 этажа. 1933 г.

коммунистической идеи, наполненной верой, надеждой и мечтами о новом Обществе.

С одной стороны, характеристикой этого общества должен был стать гуманизм, в котором машины и заводы будут трудиться на благо каждого человека, а не отдельных капиталистов. С другой стороны, в этом обществе индивидуум мог быть значим только в аспекте героизма, а главной задачей каждого отдельного человека была работа на благо всего общества. Так утилитаризм эпохи проявился в понятии социального долга, которое прослеживается в работах практически всех действующих в то время художников.

К таким идейным художникам относился Яков Чернихов. Несмотря на жестокую критику, после разгрома конструктивизма и провозглашения принципиально нового подхода в идеологии архитектуры Советской России, Я. Чернихов сохраняет способность генерировать новые идеи. В период 1934–1946 гг. он создаёт циклы работ «Архитектура дворцов», «Архитектурные ансамбли», «Архитектура будущего», «Архитектура мостов», «Дворцы коммунизма», в которых не только исследует образ архитектуры новой эпохи, но и вопросы формирования архитектурного ансамбля.

«Архитектура, как искусство пространственных форм, как постоянно видимый и ощущаемый образ, является одним из могущественных факторов убедительной пропаганды великих идей коммунизма. Геронка сталинской эпохи, несомненно, найдёт в архитектурных сооружениях тот выразительный и лаконичный образ, который выдвинет особую категорию композиционных трактовок пространственных форм. Пышность и парадность, подъём

и торжество, радость и счастье, мощь и силу — все это я стремился отобразить в композиционных фантазиях «Дворцы коммунизма» [2].

В общих ансамблях дворцы коммунизма центрируют собой виднейшие сооружения, влияя на силуэт города. Вопрос силуэта города играет весьма значительную роль при осуществлении сооружений в натуре.

Одним из последних практически осуществлённых проектов Дворца Коммунизма является недостроенный Дворец в городе Калининград.

На месте Дворца раньше располагался замок Кёнигсберг — символ города. В начале 50-х годов XX века главным архитектором города Д. Навалихиным был составлен план реконструкции Калининграда в духе современности. Не смотря на протесты местных жителей, замок снесли, для того, чтобы «... на месте оплотов князю прусского милитаризма возвести Дворец Коммунизма...».

По замыслу архитектора проекта Дворца Л. Мисожникова, 28-этажное здание должно было быть в стиле Советского конструктивизма и состояло из двух высотных прямоугольных башен, объединённых в двух уровнях крытыми переходами. На площади перед зданием планировалось разместить фонтаны, цветники и концертный зал под открытым небом. В здании должна была располагаться администрация Калининградского Обкома КПСС и Облисполкома.

Строительство Дворца началось в 1970 году, но из-за нехватки средств работы были приостановлены. После распада СССР недостроенный объект передавался от одних учредителей к другим. В итоге Калининградский



Рис. 13. Я. Чернихов. Дворцы Коммунизма



Рис. 14. Л. Мисожников. Дворец Коммунизма. Калининград. 1967–1992. Строительство не завершено

Дворец Коммунизма так и не был достроен, намечавшийся Дом Советов не состоялся. Теперь этот долгострой собираются сносить и на его месте вновь возвести исторический замок.

Идея свободы и демократии, заложенная в каждое общественное здание 1920–30 гг., превращала их в своео-

бразный народный форум, место общения многотысячных масс трудящихся. Она рождала грандиозные композиции, но о реальном строительстве таких зданий в тот период не могло быть и речи. Вместе с тем проектная работа стимулировала отработку выразительного архитектурного языка эпох в истории Советской архитектуры.

Литература:

1. Архитектурная газета. Приложение. — 1936 г. — № 24. — с.7.
2. Барабаш, Д. Дворцы коммунизма, 1934–41. (Проекты Якова Чернихова). / Д. Барабаш // Дилетант. [Электронный ресурс], 2012 — Режим доступа: <http://diletant.ru/blogs/5525/2608/>
3. Барашков, Ю. А. История архитектуры. Современная архитектура: [в 2т.] Т. 2 / Юрий Барашков. — Архангельск: ОАО «ИПП Правда Севера», 2011. — 312с.: с илл.
4. Былинкин, Н. П. История советской архитектуры. / Н. П. Былинкин и др. — М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. — 348с, с илл.
5. Дворец Искусств. / Официальный туристический портал Ивановской области. [Электронный ресурс], 2012 — Режим доступа: <http://www.visitivanovo.com/ivanovo/sights/monuments/dvoretz-iskusstv/>
6. Дворец культуры железнодорожников в Ростове. / Памятники Дона. [Электронный ресурс], 2012 — Режим доступа: <http://www.vopriik-don.ru/main/2009-06-01-10-23-39/37-2009-06-01-06-57-03/2759-2012-11-06-08-52-18>
7. Конкурсные проекты Дворца труда. / Архитектурно-строительный справочник. [Электронный ресурс], 2012 — Режим доступа: <http://arx.novosibdom.ru/node/2411>
8. Лагутин, К. К. Архитектурный образ советских общественных зданий. Клубы и театры. — М.: Искусство, 1953. — 235с., с илл.
9. Строитель. — 1920. — № 11–12.
10. Хан-Магомедов, С. О. Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн.2: Социальные проблемы. — М.: Стройиздат, 2001. — 712 с: ил.

Основные этапы и направления развития и формирования Иркутска

Черепанов Константин Андреевич, соискатель

Кафедра архитектуры и градостроительства, Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

История Иркутска насчитывает более 350 лет: за столь длительное время площадь Иркутска возросла с 1,69 га (площадь Иркутского кремля в 1669–1670 годах) [8]

до 27,7 тыс. га (состояние в настоящее время) [25, с. 100]. Таким образом, за это время городская среда претерпевала неоднократные изменения и преобразования, свя-

занные с социально-культурными, техническими, политическими и иными достижениями и представлениями человека об окружающем его мире. При росте города и численности значительно проживающего в нем населения приводит к «усложнению планировочной структуры, меняются характер плана (он становится более расчлененным)» [28, с. 8]: в Иркутске, как и в других городах, можно проследить как экстенсивный (центробежные тенденции в развитии города), так и интенсивный (центростремительные тенденции в развитии города) периодом развития города. Каждый из этих периодов развития города характеризуется определенными основными и общими правилами развития и формирования городской среды. Так, экстенсивный период развития города (центробежные тенденции в развитии города) представляет из себя расширение границ города с учетом создания новых мест развития населенного пункта, т.е. происходит территориальный рост города за счет освоения прилегающих к нему свободных территорий. Тогда как интенсивный период развития города (центростремительные тенденции в развитии города) является противоположностью экстенсивному и представляет собой «уплотнение застройки, освоения неиспользуемых и неудобных для застройки территорий, использование подземного пространства» [19, с. 124], в также «сопровождаются уплотнением и реконструкцией застройки, использованием всех пространственных ресурсов (повышение этажности, освоение ранее неосвоенных территорий и подземного пространства)» [5, с. 24].

По сложившейся в историографии типологии возникновения и развития сибирских городов можно разделить на 4 этапа [1]:

1. **Первый этап** — XVII — первую четверть XVIII вв.: русские землепроходцы, продвигаясь в глубь Сибири, основывали города-остроги, выполнявшие функции крепостей, форпостов Российской Империи на Востоке.

2. **Второй этап** — 1725–1892 гг.: происходило превращение городов в центры торговли, золотодобычи, пушного промысла. Огромное значение в это время имеет связь их с Сибирским (Московским) трактом.

3. **Третий этап**: с 90-х годов XIX в. до 1917 г. — обусловлен проведением железной дороги и ее влиянием на процессы градообразования.

4. **Четвертый этап** — советский период.

К этому списку можно добавить современный этап развития городов, начавшийся с конца 1980-х-начала 1990-х годов.

Русские города Сибири в своем становлении и развитии подчинялись общим закономерностям и с момента возникновения были полифункциональны, одновременно выполняя обязанности военных, административных, хозяйственных, финансовых, культурных центров, хотя в течении определенного времени некоторые функции могли быть главными, другие становились второстепенными [27, с. 97]. Формирование архитектурно-планировочных свойств сибирских городов, в т.ч. Иркутска, во

многом схожи по многим причинам, которые можно отнести к таким областям как политическая и социально-культурная сферы государственной деятельности: вначале города выступали в роли форпостов (военная функция) на границах (осваиваемых территориях) государства [6, с. 42; 11, с. 11, 13; 17, с. 22], а также общей административно-управленческой функции [6, с. 42], т.е. место будущего города выбиралось исходя из «общегосударственных и стратегических задач — присоединение новых, богатых природными ресурсами, земель, расширение и закрепление территориальных границ» [11, с. 11]. Также выразительность этих городов «достигалась учетом при их планировке особенностей рельефа, который подчеркивался стелющейся пластичной массой одноэтажной застройки» [17, с. 143]. В подобной ситуации выбор будущего места для постройки крепостей и острогов был продиктован требованиями обороны, а также часто наличием условий, необходимых для торгово-хозяйственной деятельности населения. Расположение поселений в междуречьях крупных рек обеспечивало надежную двухстороннюю защиту от возможного нападения противника, и в то же время способствовало созданию удобных пристаней с торгово-перевалочными постройками» [18, с. 10–11].

6 июля 1661 года был образован острог Иркутск «на берегу Ангары при впадении в неё реки Иркут оказалось пригодным для земледелия и скотоводства» [8]. Название Иркутска произошло от названия реки Иркут, на которой в 1661 году был и основан сибирский острог Яковом Похабовым, основавшим на правом берегу Ангары острог, дав ему название Иркутский. Данное местоположение нового острога было обусловлено «хорошо контролируемым водным путем, ведущий по Ангаре на Байкал и на юг по Иркуту к заветному ясаку» [21, с. 61]. Однако до сих пор между учеными нет согласия касательно времени основания Иркутска: одни относят это событие к началу 17 века, другие — к середине [9]. Так, по разным оценкам год основания Иркутска варьируется между 1656 и 1688 годами [12, с. 90]. И лишь в середине 20 века была установлена ныне официально установленная дата основания Иркутска [21, с. 58].

Иркутск, одновременно, и типичный, и уникальный сибирский город [16], т.к.:

1. Типичный потому, что возник точно также, как и все остальные города на восточной окраине России в 17 веке — в результате колонизационной политики — сначала, как укрепленное место размещения военного отряда казаков. Потом, как деревянная крепость с административными и военно-хозяйственными постройками. Деревянная крепость со временем превратилась в каменную с деревянными жилыми и административными зданиями.

2. Уникальность Иркутска заключается в том, что в нем до сегодняшнего дня отдельные фрагменты деревянной застройки сохранились, фактически, почти в неизменном виде. Но сегодня деревянные исторические дома находятся сегодня в ужасном техническом состоянии.

Причина трущобного состояния деревянной городской застройки коренится в советской жилищной политике, поставившей индивидуальное жилье вне закона.

В 1675 году за крепостной стеной Иркутска образуется посад, что привело к его трансформации: от одночастной структуры (крепости) к двучастной (крепость — посад) [14, с. 79–80]. Именно в это время Иркутск развивается в форме сегмента, относя город к сегменто-мысовому типу по причине «местоположения крепости, зажатой между руслом Ангары и небольшим озерком с противоположной стороны» [14, с. 80]. В подобной ситуации Иркутск с развитой (разветвленной) водной сетью ручьев и рек «получил компактное планировочное решение, которое отразилось не только на формировании прибрежных панорам, но и на глубинно-пространственной структуре города» [13, с. 103].

Иркутск начала XVIII в. делился на две части [1]:

1. «**Малый город**», или собственно острог, начинался от берега Ангары и представлял собой деревянную крепость с примыкавшими к ней постройками. К ним относились каменное здание провинциальной канцелярии, дом вице-губернатора (бывший воеводский), с амбарами и погребями, Спасская церковь. «Малый город» являлся административным центром обширной иркутской провинции (1731 г.).

2. В «**большом городе**», как называли посад, сосредотачивалась торгово-экономическая жизнь Иркутска. Населялся он, в основном, выходцами из северных областей России: Великого Устюга, Яренска, Пинеги, Соль-Вычегоды, Переславля-Залесского, которые привнесли в Сибирь свои традиции, обычаи, культуру. Шел сюда и «промышленный» люд, занимавшийся каким-либо промыслом: пушным, рыбным, слюдяным. Новопришлые селились на посаде, который, окружая крепость, расширялся, развиваясь от Ангары в трех возможных направлениях. Расположение города в низкой пойменной местности вынудило первых поселенцев бороться с окружающей острог заболоченностью.

План 1784 г. — первый план Иркутска, представивший существовавшую на тот момент парцелляцию кварталов примерно равными по размерам участками. При этом улицы, особенно в старой части города, при заданности магистральных направлений, сохраняли определенную долю «лабиринтное»: кривизна, запутанность, тупики — как результат прежнего бесконтрольного развития. Сложность урегулирования существующей планировки заключалась, очевидно, в необходимости проведения дорогостоящего сноса, требующего значительных материальных затрат. Это обстоятельство достаточно серьезно учитывалось при разработке первого генерального плана Иркутска, утвержденного в 1792 г. План предполагал разумное упорядочение строительства, расширение и выпрямление существующих улиц, применение принципа регулярности в разбивке новых кварталов. Однако он не смог разрешить основных проблем, накопившихся к тому времени: отсутствие четкой связи улиц с центром

и полное несоответствие осей старого города с новой застройкой, сложившейся за палисадом. Тем не менее, принятый впервые в истории Иркутска генеральный план стал важным градостроительным мероприятием, которое способствовало урегулированию многих вопросов, улучшению качества архитектуры и проведению мероприятий по благоустройству.

В 18 веке Иркутск стремительно растет, т.к. этому способствует тот факт, что в 1799 г. Иркутск становится столицей гигантской губернии, границы которой захватывают и Американский континент — Аляску. В 1799 г. создается Российско-Американская компания — Иркутск становится «приморским» городом — в нем в 1803 г. учреждается адмиралтейство (просуществовало 36 лет — до 1839 г.).

На рубеже 18–19 веков Иркутск в числе прочих городов Сибири становится административно-политическим, торгово-промышленным и культурным центром Сибири, при этом утратив свое стратегическое значение [13, с. 99]. При этом данные новые преобладающие функции города активно воздействуют на формирование и развитие городской структуры [13, с. 102]. При этом главенствующими при создании застройки становятся торговые, административные и общественно-культурные здания и сооружения с развитием типологии общественных зданий [13, с. 102]. К концу первой трети 19 века возможности для расширения центральной части города, заложенные в генеральном плане 1792 г., оказались исчерпанными. Застройка вплотную подошла к Крестовоздвиженской горе, повторяя ее очертания. Эту ситуацию прекрасно передает план Иркутска 1843 г. Вероятно, склоны горы были в то время настолько круты, что последний ряд кварталов, расположенных вдоль линии улиц Подгорная — Горная — пер. Канавный, получил «неполную» (треугольную) форму.

Иркутск 1-й половины XIX в. переживал длительный социально-экономический подъем, связанный с развитием сибирской золотопромышленности и удачно складывавшейся конъюнктурой в русско-китайских торговых отношениях. Это не могло не сказаться на росте самого города. Сравним данные, приводимые иркутской летописью с временной разницей в три десятка лет. В 1823 г. в Иркутске насчитывалось 1763 дома, из них 66 каменных; больших улиц было 27, переулков — 57. Численность жителей определялась в пределах 15 тысяч, а в 1857 г. здесь уже 2500 домов и 18 тысяч жителей, т.е. рост числа строений опережал рост численности населения [1].

В 30-ые годы 18 века Иркутск был разделен на 2 части [18, с. 13–14]:

1. «**Малый город**» был административным центром обширной Иркутской провинции. Он начинался от берега Ангары и представлял собой старую деревянную крепость-острог с примыкавшими к нему постройками. Среди них были каменные сооружения — здание Провинциальной канцелярии, дом вице-губернатора с амбаром и погребями, Спасская церковь;

2. В «большом городе» или посаде сосредоточивалась духовная и торгово-экономическая жизнь Иркутска. Здесь находились каменный Богоявленский собор, четыре приходские церкви, городская ратуша, таможня, Гостиный двор, купеческие лавки и товарные склады, мясной и молочный ряды, винный подвал, полковая казачья изба, полицмейстерская контора, тюрьма, пороховой амбар.

В 1879 г. пожар уничтожает всю центральную часть города. После пожара Иркутск довольно быстро отстраивается заново. Причем, на месте сгоревших домов, возникает новая деревянная и каменная застройка, планировочно мало отличающаяся от допожарной. Причем новая деревянная и каменная застройка планировочно почти не отличалась от допожарной, потому что новые дома ставились в тех же самых границах земельных участков, которые были до пожара, и в прежних габаритах зданий — из-за необходимости следовать тем же самым нормативным требованиям по противопожарным разрывам между зданиями, по этажности, необходимости обеспечивать те же самые эксплуатационные условия (разворот телег, въезд во двор, удобство разгрузки поклажи и проч.) [2].

Сразу после пожара Иркутск получил реальную возможность провести регулярную планировку своей центральной части, которую раньше ограничивала уже сложившаяся градостроительная схема. В разрабатываемый проектный план города были внесены изменения «вследствие уничтожения многих кварталов пожаром и кривизны существовавших улиц». Они предусматривали выпрямление и расширение до положенной Строительным Уставом ширины улиц (10–15 саж.), ликвидацию маломерных кварталов, тупиковых переулков и т.д. Любопытным представляется намерение образовать новые площади в нетрадиционных для Иркутска местах, в частности, на углу Большой и Блиновской улиц. Однако из-за нерасторопности властей с составлением нового проектного плана, с одной стороны, и быстрым восстановлением города, с другой, когда владельцы строили дома на своих участках, ориентируясь на прежние границы, ситуация была выпущена из-под контроля, и реальное влияние на образование новой планировочной структуры было сведено к минимуму.

Во второй половине 19 в. — начале 20 в. Иркутск занимает важное место в структуре государства, являясь центром Восточносибирского генерал-губернаторства, которое образовалось в 1822 году. Тем самым, город являлся административным, торгово-хозяйственным, ремесленным и промышленным центром региона, что было следствием сочетанием основных экономико-географических факторов [17, с. 49].

Массовое освоение Иерусалимской горы произошло в конце XIX — начале XX вв., а в середине XIX в. город только «взбирается» на гору, образовав магистральными

улицами — будущими 1, 2, 3 Иерусалимскими (ул. 1 Советская, Красных Мадьяр, Трилиссера) — три ряда проектируемых кварталов, протянувшихся до нынешней Красноказачьей улицы. При этом, как показывает план 1883 г., даже к тому времени они были освоены не полностью, большая часть их покрывалась лесом, от которого осталась лишь Кукуевская роща. И наиболее пустующими оказались самые неудобно расположенные кварталы первого ряда склона горы — между Подгорной и 1-й Иерусалимской улицами.

С прокладкой ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ население Иркутска выросло в 2 раза¹ [10, с. 89].

В предреволюционный период и первые годы после революции были «освоены наиболее благоприятные территории в границах ландшафтных рубежей и появились ростки городских образований за пределами компактного городского массива на транспортных линиях» [17, с. 88]. Также начали активно осваиваться территории на противоположных берегах рек, связь которых с остальным городом оставляла желать лучшего [17, с. 88]. Перед революцией Иркутск представлял из себя расчлененную структуру, в которой имелось множество центров, в т.ч. административный (дом генерала-губернатора), транспортный (вокзал), несколько профессиональных центров и большое количество торговых (крупные магазины, рынки и склады), т.к. предместья (Знаменское, Глазковское, Ремесленно-Слободское) образуют самостоятельные застроенные массивы за счет длинных прямых улиц, прорезающих город, который компактно расположен между Ангарой и Ушаковкой [15, с. 21].

С завершением гражданской войны и до начала Великой Отечественной Войны происходило активное развитие «народного хозяйства, развертывание крупного капитального строительства и реконструкция всех отраслей промышленности» [17, с. 73]. С подобным активным развитием городов Сибири «сопровождалось ростом численности населения Сибири и глубокими качественными изменениями в его составе» [17, с. 73]. По причине данных изменений в структуре городов определило значение Иркутска, как и некоторых других городов Сибири, как административного, культурного и промышленного центра Восточной Сибири. Развитие ранее неосвоенных территорий происходит «без достаточной предварительной проработки проектно-планировочных схем размещения производственных сил, расселения и генеральных планов» [17, с. 75]. В это время стала проводится индустриализация, экономическое и культурное освоение городов Сибири, в т.ч. и Иркутска. Подобный процесс в Иркутске вначале сказался на его децентрализации, т.е. на качественных изменениях в плане города. Это было связано с развитием (размещением) «новых промышленных и жилых районах на транспортных путях в достаточном

¹ На современном этапе развития градостроительные документы поддерживают данную тенденцию [14, с. 82]. Такое развитие городских территорий подразумевает «образование основной рекреационной зоны, к ней образуются ряд поперечных осей — глубинных центров обслуживания, аккумулирующих общественные функции города» [14, с. 82].

удалении от центра за счет активного освоения левого берега Ангары» [14, с. 81].

В 1934 г. был сделан эскизный проект планировки города, представленный инженером Н. Н. Колосовским. Одной из его основных задач являлось размещение будущих промышленных предприятий и связанное с этим изменение градостроительной ситуации. Первоначально на левом берегу Ангары предполагалось строительство машиностроительного, сборочного (на ст. Иннокентьевской) и алюминиевого (в районе Кузьмихи) заводов. В это время территория Иркутска значительно расширялась, и главный акцент делался на западное (от Ново-Ленина) и юго-восточное (по Амурскому тракту) направления. При этом рассматривалась возможность развития города по долине реки Иркут, протяженностью в 30 км. Однако от последней идеи разработчики отказались из-за неудобств, связанных с транспортным сообщением.

Накануне начала Великой Отечественной войны (1940 год) в Иркутске был принят генеральный план. Затягивание разработки и воплощение в жизнь данного градостроительного документа «привело к локальному и часто стихийному решению градостроительных задач» [14, с. 81], следствием чего вдоль Ангары (в исторически сложившейся части города) стали появляться промышленные предприятия, что привело к потере «прочной, художественно осмысленной связи с ландшафтом ведущих градостроительных ландшафтов» [14, с. 82].

После завершения Великой Отечественной войны сибирские города развивались на основе заложенных в них потенциал во время прошедшей войны: из европейской части СССР произошло перемещение промышленных и научных учреждений, производственных сил, связанных с сырьевыми и топливно-энергетическими ресурсами края [17, с. 107]. Именно данный процесс привел к тому, что Иркутск стал одним из «крупнейших гидроэнергетических, промышленных и культурных центров на востоке страны» [14, с. 82]. С другой стороны размещение новых предприятий вызвало впоследствии нечеткое зонирование городов и рыхлость застройки. Это было вызвано расселением эвакуированного населения и размещением новых промышленных предприятий с последующей быстрым созданием условий для работы данных объектов, наладкой производства и выпуском продукции [17, с. 115].

Невоплощенный в жизнь генеральный план развития Иркутска 1940-го года по известной причине был скорректирован, в котором предполагалось закрепление динамичную структуру развития города и на новый лад трактуется тема его децентрализации, ставшей характерной особенностью Иркутска [14, с. 82]. В этой же версии градостроительного документа «поддерживается традиционная закономерность роста города в направлении водных и транспортных путей (в направлении Нагорного района и водохранилища — селитебных территорий, в долине

реки Кая — промышленной зоны)» [14, с. 82]. При этом, во время воплощения в жизнь скорректированного генерального плана Иркутска, образовались композиционные противоречия, которые касались разделению планировочной структуры на отдельные функциональные зоны, что привело к «композиционному несоответствию между значительными незастроенными территориями, расчленяющими город, и участками городской застройки малой этажности и плотности» [14, с. 82].

Застройка свободных территорий происходит и в 50–60-ые года, привело к увеличению площади города, численности населения и росту промышленных территорий (зон), в т.ч. гидроэнергетических комплексов, водохранилищ, крупных научных центров, новых отраслей промышленности. Все это потребовало «огромных пространств, вызвали значительные преобразования окружающей города ландшафтной среды и, как следствие, новых форм расселения и развития планировочной структуры городов и пригородных зон» [17, с. 114].

В декабре 1954 года период развития городов стали активно осваивать прилегающие к городу территории, т.к. были «определены направления дальнейшего развития строительства за счет внедрения индустриальных методов, использования типового проектирования, унификации и стандартизации конструктивных элементов» [7, с. 21]. Именно с этого времени стала в нашей стране начала распространяться практика создания укрупненных микрорайонных структур с минимальными излишествами (отсутствием выразительности и пластики на фасадах) [17, с. 145, 159–160]. Застройка таких районов происходила на основании типовых проектов жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений, хотя на протяжении почти 40 лет в микрорайонные структуры претерпевали изменения [4]. В это время основной проблемой застройки городских территорий можно назвать отсутствие «надлежащего учета градостроительных и ландшафтных особенностей конкретных площадок» [17, с. 129], а также возможное возникновение или наоборот достаточное удаление жилой застройки от промышленных предприятий.

Наиболее старыми районами являются Октябрьский и Правобережный административные округа города, т.к. часть данных округов развивались на протяжении практически всего периода развития и формирования Иркутска. До начала 20 века территория Октябрьского административного округа развивалась в основном вдоль природного рубежа, проходящего по ул. Подгорная (уступ горы Иерусалимская). Данный административный округ имеет в основном квартальную застройку с различными антропогенными свойствами: начиная от слабоплотной и малоэтажной застройки и заканчивая высокоплотными и многоэтажными территориями, а также различные приемы пространственной организации застройки. Несколько в стороне от подобной тенденции находится территории бывшего Лисихинского кирпичного завода (территория

в границах ул. Байкальская, ул. Верхняя Набережная и бул. Постышева), на месте которого в настоящее время ведется активное жилищное строительство и находятся обширные промышленные, складские и прочие им подобные территории. Подобное образование по большому счету имеет аморфную структуру, не имея по большому счету продуманную систему местных проездов и объектов социального и культурного значения.

Примерно ту же тенденцию имеет и Правобережный административный округ города: если до конца 18 века и отчасти на протяжении 19 века осваивались низинные территории, то с начала 20 века активно стали осваиваться склоны и вершины обширной территории заключенной между ул. Освобождения, и реками Ангара и Топка. Застройка на данных территориях в большинстве случаев представляет из себя кварталы с малоэтажными индивидуальными домами. В некоторых случаях возникали промышленные и складские, общественные здания и сооружения. Исключением во всей этой практически однородной застройке является Топкинский микрорайон, расположенный на вершине.

В Советское время развитие Октябрьского и Правобережного административных округов развивались по заданным направлениям автомобильных магистралей, формируя вдоль них, а также рек Ангара и Ушаковка, многочисленны промышленные и складские предприятия. Многие из этих предприятий не имеют необходимых санитарно-защитных зон, что является негативным последствием развития города. Именно в этих административных районах наблюдается максимальные изменения архитектурно-планировочных, объемно-пространственных и функциональных свойств территории.

С 1950-х годов по всей стране стали активно использоваться микрорайоны как основные планировочные элементы, придя в замен кварталам при освоении новых территорий. Иркутск не обошла подобная тенденция. Наиболее яркими примерами в этом отношении являются 2 других административных округа Иркутска: Ленинский и Свердловский, в которых за относительно короткий (30 с небольшим лет) период времени были освоены значительные территории и создано несколько микрорайонов и примыкающие к ним промышленные предприятия, в т.ч. Иркутский Авиационный завод, входящий в состав ОАО «Корпорация „Иркут“». За это время были созданы такие микрорайоны, как Новоленино, Иркутск-2, Первомайский, Юбилейный, Академгородок и некоторые другие, каждый из которых разъединен природными и антропогенными преградами (реки и ручьи, крутосклоны, железная дорога, автомагистрали районного и городского значения).

3 ноября 1920-ого года образован Ленинский район Иркутска, который территориально развивался до конца 1980-х годов за счет постепенного поглощения (напр., станция Иннокентьевская (ныне Иркутск-Сортировочный), созданная во время строительства Транссибирской железнодорожной магистрали) и создания новых промышленно-складских объектов и предприятий (напр.,

мясокомбинат, мелькомбинат, мыловаренный завод, толевая фабрика (комбинат строительных материалов), в 1940 году был сдан в эксплуатацию и выдал первую продукцию комбикормовый завод). Подобное развитие района связано с благоприятными условиями, в т.ч. близостью железной дороги и судоходной Ангары.

21 ноября 1944 года создан Свердловский административный округ, который после Великой отечественной войны начал активно развиваться ха счет прокладки новой ветки железной дороги, т.к. старая была затоплена во время строительства и последующей эксплуатации Иркутской ГЭС. С середины 1950-х годов в округе стаии также активно строиться Ново-Иркутская ТЭЦ, Иркутский хладокомбинат, Иркутский масложиркомбинат и ряд других объектов, а также такие научные и образовательные учреждения как Иркутский Академгородок и Иркутский государственный технический университет.

В 1990-ые года в большинстве российских городах, в т.ч. и в Иркутске, стали происходить изменения в «градостроительной политике, основной задачей которой стало рациональное использование городских территорий, что предполагает значительное уплотнение существующей застройки» [23, с. 86], в.т.ч. активное вмешательство застройщиками и девелоперами в сложившуюся городскую ткань за счет создания новых жилых и общественных зданий и сооружений. Все это привело к возникновению и обострению градостроительных и экологических конфликтов. Именно с этого времени стали создаваться следующая застройка:

1. индивидуальная малоэтажная застройки (в основном это развитие субурбии за городской чертой). Для Иркутска такими образованиями являются, например, микрорайоны Березовый и Зеленый берег, коттеджный поселок Хрустальный;

2. точечные многоэтажные здания и сооружения на выборочных участках в центральной и срединной (буферной) частях города, т.е. т.н. точечная застройка [3, с. 73]. Примерами в Иркутске могут послужить такие жилые комплексы, как «Зеон», «Капитель», «Нижняя Лисиха 3», «Авицена-Строй», а также ряд комплексов ОАО ФСК «Новый город».

Основными недостатками в развитии Иркутска на современном этапе являются следующие [25, с. 101]:

1. Значительная часть селитебной территории массивами низкоплотной жилой неблагоустроенной застройки;

2. Обширные производственные территории не упорядочены, размещаясь смежно с жилой застройкой без необходимых санитарных разрывов;

3. Промышленно-складские зоны и неиспользуемые территории располагаются в селитебной зоне, резко ухудшая качество городской среды.

Основными проблемами развития строительной деятельности в Иркутске являются следующие [24]:

1. отсутствие земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, для реализации проектов комплексной застройки;

2. отсутствие резервов для подключения объектов нового строительства к инженерным сетям;

3. высокая зависимость строительных организаций от привозных материалов и трудовых мигрантов, в том числе приводящая к повышению стоимости жилья.

Анализ функциональных зон Иркутска показывает о наличии диспропорции в их структуре, нарушении принципа оптимального соотношения между производственной, селитебной и рекреационной территориями: в идеале соотношение должно составлять 1:2:3 [20]. В Иркутске согласно генеральному плану и проектам планировки города перечисленные зоны имеют следующие параметры (табл. 1).

В подобной ситуации необходимо проведение развитие застроенных территорий (реконструкция застройки) с целью повышения эколого-экономической и социальной эффективности использования их территорий. Выбор реконструкции как основного вида развития застроенных территорий связан в первую очередь с «исчерпанием своих внутренних территориальных ресурсов и (города, — прим. авт.) испытывают острый дефицит в территориальных резервах, пригодных для освоения под массовую застройку без осуществления сложных и дорогостоящих мероприятий по подготовке территорий — выполнение работы по выводу собственников и проведение компенсационных мероприятий» [26,

с. 9–10]. Согласно данным администрации города Иркутск (Обзоры Социально-экономического положения города Иркутска) ввод в эксплуатацию жилых домов за период с 2004 года по 2013 год составил почти 3236 тыс. кв.м. общей площади (табл. 2).

В 2014 году планируется ввести в действие 380 тыс. кв. метров общей площади жилья, в 2015 году — 410 тыс. кв. метров, в 2016 году — 420 тыс. кв. метров [22], в 2019 году — 519 тыс. кв. метров [24]. В соответствии с генеральным планом в Иркутске вплоть до 2020 года планируется возвести жилой застройки:

1. В Правобережном округе — 1050,3 тыс. м² общей площади нового строительства при 192,6 тыс. м² сноса;
2. В Октябрьском округе — 2340,9 тыс. м² общей площади нового строительства при 227,5 тыс. м² сноса;
3. В Ленинский округе — 1173,2 тыс. м² общей площади нового строительства при 205,8 тыс. м² сноса;
4. В Свердловском округе — 2171,4 тыс. м² общей площади нового строительства при 186,9 тыс. м² сноса.

Создание подобного количества застройки невозможно без учета социальных, экономических, природных, исторических и других факторов. По этой причине развитие города должно быть комплексным и базироваться на многих отраслях науки и техники, а не из прихоти застройщиков, стремящихся к максимальному получению выручки от создаваемых объектов недвижимости.

Таблица 1

Соотношения между производственной, селитебной и рекреационной территориями Иркутска

	Производственные территории	Селитебной территории	Рекреационные территории	Соотношение
Город в целом	5510,5 га	8778,4 га	14555 га	1:1,593:2,631
Правобережный округ	760,4 га	3576,7 га	6859,7 га	1:4,704:9,021
Октябрьский округ	651 га	1296,1 га	1788,5 га	1:1,991:2,747
Ленинский округ	3330,6 га	2090,5 га	4567,3 га	1:0,628:1,371
Свердловский округ	768,5 га	1815,1 га	1339,5 га	1:2,362:1,743

Таблица 2

Ввод в эксплуатацию жилых домов

Год	кв.м. общей площади	% по отношению к предыдущему периоду вводу в эксплуатацию жилых домов
2004	126807	—
2005	168685	133,0
2006	212100	125,7
2007	315300	148,7
2008	334900	106,2
2009	380100	113,5
2010	347900	91,5
2011	412800	118,7
2012	482400	116,9
2013	455100	94,3

Литература:

1. Бубис, Н. Возникновение и основные этапы развития Иркутска. — [Электронный ресурс] Режим доступа: http://irkutsk_history.livejournal.com/19743.html
2. Григорьева, Е. Архитектурный генофонд Иркутска. Проект регенерации исторического квартала № 130 / Е. Григорьева, М. Меерович. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.strana-oz.ru/2012/3/arhitekturnyy-genofond-irkutsk>
3. Диденко, В. Г. Высотное строительство: проблемы и перспективы / Социология города, 2008, № 1. — с. 73–78
4. Дорофеев, П. Микрорайонные структуры 1960–1980-х годов в Иркутске. — Проект-Байкал, № 39–40, 2014. — с. 230–251
5. Ерохин, Г. П. Основы градостроительства: конспект лекций / Г. П. Ерохин; НГАХА. — Новосибирск, 2009. — 102 с.
6. Залесов, В. Г. Градостроительная деятельность в Сибири при воеводско-приказной системе управления / В. Г. Залесов, О. С. Воронина. — Вестник ТГАСУ, № 3, 2007. — с. 38–46
7. Зейферт, М. Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой среды. — Вестник КГАСА, № 1 (2), 2004. — с. 21–24
8. Иркутск. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C8%F0%EA%F3%F2%F1%EA>
9. Иркутск и его история. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.baikalnature.ru/info/86613>
10. Кетова, Е. В. Заселение Сибири в конце XVI — начале XX века и основание сибирских поселений / Известия Высших учебных заведений: Строительство, № 5 (581), 2007. — с. 87–91
11. Кетова, Е. В. Методы, закономерности и принципы эволюции исторических городов Сибири (конец XVI — начало XX вв.): автореф. дис. ... канд. архитектуры: 05.23.20 / Евгения Владимировна Кетова; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2012. — 23 с.
12. Кетова, Е. В. О некоторых исторических особенностях и механизмах эволюционного развития городов Сибири (XVI — XVIII вв.) / Е. В. Кетова // Известия Высших учебных заведений: Строительство, № 6 (570), 2006. — с. 89–94.
13. Кетова, Е. В. Основные принципы, механизмы и закономерности эволюции исторических городов Сибири (конец 16 — начало 20 столетия). — Известия ВУЗов. Строительство. № 3, 2011. — с. 98–104
14. Корзун, А. В. Планировочная структура Иркутска: факторы устойчивого развития (ретроспективный анализ). — Вестник ИрГТУ, № 2 (49), 2011. — с. 79–83
15. Лидин, К. Предчувствие полицентричности о «несоветском» проекте иркутских архитекторов 1970-х гг. / К. Лидин, М. Меерович. — Проект Байкал, № 9, 2006. — с. 20–23
16. Меерович, М. Г. Судьба деревянного Иркутска — перспективы развития города. Материал публичной лекции. — [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.brandcampus.ru/pause/pause_28.html
17. Оглы, Б. И. Строительство городов Сибири / Б. И. Оглы. — Л.: Стройиздат, 1980. — 272 с.: а-а-ил
18. Оглы, Б. И. Формирование центров крупных городов Сибири. Градостроительные и социально-культурные аспекты. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. — 168 с.
19. Основы территориально-пространственного развития городов: Учеб. пособие / Городков А. В., Федосова С. И. — Брян. гос. инженер. — технол. акад. — Брянск, 2009. — 326 с.
20. Полякова, Т. А. Состояние и оценка функционально-планировочной структуры крупного города (на примере г. Белгорода): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.24 / Татьяна Анатольевна Полякова; Белгородский государственный университет, Краснодар. — 23 с., ил.
21. Похабов, Ю. «... А опроче того места острогу ставить негде...». О предыстории Иркутского острога. — Проект Байкал, № 29–30, 2011. — с. 58–61
22. Пояснительная записка к прогнозу социально-экономического развития г. Иркутска на 2014 год и на период до 2016 года. — [Электронный ресурс] Режим доступа: www.admirk.ru/DocLib/Пояснительная%20записка.doc
23. Правоторова, А. А. Принципы обновления городской среды / А. А. Правоторова, Д. Д. Син. — Известия ВУЗов. Строительство. № 3, 2007. — с. 86–90
24. Программа комплексного социально-экономического развития города Иркутска на 2013–2019 годы (в редакции от 26.09.2013). — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.admirk.ru/Pages/administration.aspx>
25. Протасова, Е. В. Опыт градостроительного использования прибрежных территорий / Е. В. Протасова, Р. А. Хотулев. — «Проблемы использования прибрежных территорий в городах. Рекомендации к правилам землепользования». Материалы международного научно-практического семинара. — Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. — с. 100–120

26. Хайкин, В. Г. Методология формирования производственного потенциала при реконструкции и обновлении сложившейся застройки крупного города: Автореф. дис. ... доктора техн. наук: 18.00.04, 05.02.22 / Владимир Григорьевич Хайкин; Московский Государственный Строительный Университет. — М., 2007. — 39с.
27. Черная, М. П. Сибирский город конца XVI-начала XVIII в. в историко-археологическом отражении (историографический аспект). — Вестник Томского Государственного Университета, № 3 (7), 2009. — с. 95–112
28. Щагин, А. М. Основы территориально-пространственного развития городов: Учебное пособие. — Н. Новгород: Нижегород. гос. архит. — строит. ун-т, 2006. — 48 с.

Влияние экологических свойств городских территорий на формирование городской среды

Черепанов Константин Андреевич, соискатель

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

Свойства природных ландшафтов, к которым относятся почвенные, геологические, гидрогеологические, топографические и иными свойствами территории, а также рекреационную нагрузку в летний и зимний периоды, инженерное и ландшафтное благоустройство, санитарно-гигиенические характеристики территории, живописные качества береговой линии, площадь водного зеркала, дендрология, в том числе реликтов, плотность озеленения. Каждый участок территории обладает определенной благоприятностью для дальнейшего развития и преобразования антропогенных свойств. В подобной ситуации градация территорий по благоприятности для антропогенного развития и преобразования городской среды зависит от потенциала ландшафта¹ и выглядит следующим образом [11, с. 27–28]:

1. К **благоприятным территориям** относятся территории, то или иное функциональное использование которых возможно без проведения значительных инженерных мероприятий и дополнительных капитальных затрат;

2. К **ограниченно благоприятным** — территории, требующие для доведения их до уровня, позволяющего использование, достаточно дорогих инженерных мероприятий;

3. К **неблагоприятным** — территории, освоение которых связано с проведением инженерных мероприятий, требующих очень больших капиталовложений.

Тем самым освоение и развитие определенных территорий (развитие и преобразование свободных территорий и уже застроенных территорий) влияют на:

1. активность определенных инженерно-геологических явлений и процессов. При этом антропогенное воздействие различных зданий и сооружений на геологическую среду «вызывают изменения ее компонентов, проявляющиеся в развитии и активизации таких инженерно-геологических процессов, как подтопление, про-

садки, овражная эрозия, оползневые и карстово-суффозионные, загрязнение поверхностных и подземных вод и другие» [1, с. 3];

2. «инженерная подготовка на неблагоприятных территориях требует значительных затрат и трудоемка при выполнении земляных работ, транспортировке грузов и строительстве специальных сооружений, поэтому ее проектирование осуществляют в комплексе с разработкой архитектурно-планировочного проекта для выработки рационального и экономичного решения» [19, с. 55–56].

Одним из факторов природной среды, влияющих на решение градостроительных задач, является «рельеф местности (степень изрезанности, экспозиция и крутизна склонов и т.п.) и особые геоморфологические условия (карстовые явления, оползни, просадочные грунты, сели и т.д.), от которых зависит решение мелиорационных, планировочных, конструктивных, композиционных и других вопросов проектирования и застройки городов (противопожарные и противозероизные защитные сооружения, типология дорог, зданий и т.п.)» [29, с. 7]. Таким образом, характер и уникальность пространственной структуры систем расселения, городов и городских районов, сельских населенных мест зависит от природных свойств территории, в т.ч. [2, с. 6; 14, с. 133; 23, с. 7; 28, с. 34]:

— от рисунка и мощности речной сети, размеров акватории и пойменных территорий;

— расстояний между бровками террас, долинами мелких речек, оврагами и другими элементами ландшафта;

— геометрии рельефа (густоты и глубины расчлененности рельефа, крутизна экспозиция и склона, форма, протяженность отдельных компонентов и т.п.);

— особые геоморфологические условия (карстовые явления, оползни, просадочные грунты, сели и т.д.).

Все это влияет на степень пригодности территории для разных видов застройки, сельскохозяйственного осво-

¹ К данной группе факторов относятся факторы воздействия естественной и антропогенной среды, включающие в себя подтопление, ветровой режим и загрязнение атмосферы, почв, шум, вибрация, радиоактивное и электромагнитное воздействие.

ения и структуру территории, в т.ч. решение мелиорационных, планировочных, конструктивных, композиционных и других вопросов проектирования и застройки городов (противопожарные и противоэрозийные защитные сооружения, типология дорог, зданий и т.п.). В подобной ситуации рельеф откладывает отпечаток навесь комплекс задач по формированию городской среды, начиная от общих композиционных (определение градоформирующих осей, ключевых точек, градостроительных узлов и т.д.) и заканчивая конкретными или специальными решениями, например, установление соразмерных человеку формирующихся пространств. Подобное развитие связано с выявлением протекающих на определенной территории инженерно-геологических процессов и явлений, наносящих ущерб здоровью населения, а также недвижимому имуществу в виде инфраструктуры и застройки. В подобной ситуации город с длительной историей имеет расчлененную структуру вследствие включения в его структуру тальвегов, река и водоемов, лесных массивов и других зеленых насаждений.

Факторы внутригородского местоположения делятся на две группы [22, с. 103–104]:

— факторы локального местоположения, к которым относятся рельеф, уровень залегания грунтовых вод, сейсмика, несущая способность грунтов, локальная обеспеченность инженерными сетями, необходимость отчуждения земель из-под существующего использования, экологические факторы. Факторы данной группы определяют величину удорожания строительства, связанного с размещением конкретной общественной функции (жилья той или иной этажности, торговли, бизнеса) в конкретном квартале;

— факторы общегородского местоположения относятся факторы общегородской функционально-планировочной ситуации: существующее функциональное использование городских территорий (различные виды жилой застройки, промышленности, коммунально-складского хозяйства, парков, естественных ландшафтов и т.д.), система объектов обслуживания.

Сфера архитектуры экстремальных условий включает [25, с. 8]:

1. В **природном слое** негативные факторы связаны с физико-климатическими факторам:

— Экстремальные природные зоны (север, юг, высокогорье);

— Экстремальные природные среды (земля, вода, воздух, экосистема, космос);

— Экстремальные природные стихии (земные, водные, воздушные);

2. В **антропогенном слое** кроме физических (ограничения по застройке, охраняемому природному и историческому ландшафту, труднодоступности и т.д.) можно выделить экстремальные социальные параметры, связанные со следующими проблемами:

3. Общественные взаимоотношения (социальные конфликты, подвижность, проектные ограничения, экстремальный отдых);

4. Политические взаимоотношения (внутренняя и внешняя политика);

5. Экономические взаимоотношения (недостаток ресурсов, социальное жилье, ресурсосбережение).

В соответствии с классификацией факторов негативного воздействия на территории по степени регулирования [15, с. 43; 22, с. 268] инженерно-геологические процессы и явления относятся, в т.ч. подтопление и геопатогенное воздействие, к регулируемым факторам воздействия на территории. Таким образом, подобное влияние от данных факторов влияния на территорию «можно смягчить и устранить градостроительными и иными методами, размещая проектируемые объекты вне зоны действия этих факторов или используя специальные методы для смягчения или защиты от неблагоприятного воздействия этих факторов» [24, с. 39]. В подобной ситуации территории города рационально применить ранжирование городских территорий по их пригодности для определенного использования и/или целесообразность использования определенной функции для той или иной территории города. Исходя из этого, для каждой территории, на которой в той или иной степени действует ограничение необходимо разработать определенные правила и мероприятия по их дальнейшему развитию.

На градацию городских территорий влияют различные социальные, антропогенные (техногенные) и природные и свойства той или иной территории, которые в итоге образуют «классификацию степеней экологического неблагополучия, т.е. опасности для человека и природы» [32, с. 13]. В этом отношении авторами была предложена «модель комплексной безопасности территории» [31, с.11–12; 32, с. 13], куда входят три группы факторов:

1. Природные:

— *Климатическая агрессия среды* (климатические районы, зоны паводков рек, зоны лесных пожаров);

— *Тектоническая агрессия среды* (сейсмоопасные районы, неблагоприятный рельеф, болота);

— *Химическая агрессия среды* (подземные воды, радон, радиоактивные руды);

2. Техногенные:

— *Техногенные аварии* (терроризм, аварийно-опасные предприятия, авиа- и железнодорожные аварии, обрушение зданий);

— *Состояние компонентов инфраструктуры* (низкое состояние архитектуры, изношенность инженерных сетей, свалки городских отходов, транспорт);

— *Промышленное загрязнение* (атмосфера, почва, вода, растительный покров);

3. Социальные:

— *Социальные противоречия* (уровень жилищной обеспеченности и КБО, занятость и безработица, условия труда, межнациональные конфликты);

— *Демографические факторы и процессы* (отрицательный естественный прирост, снижение продолжительности жизни, распространение заболеваний, вызванных экологическими воздействиями и т.д.);

— *Опасности криминального характера* (терроризм, преступность).

Основными группами теоретических принципов архитектурно-градостроительного обеспечения экологической безопасности градостроительных систем являются [31, с. 14–15]:

1. принципы предпроектного исследования и прогнозирования экологического состояния территории:

— **принцип «комплексной оценки»:** комплексный подход к архитектурно-градостроительному обеспечению экологической безопасности должен включать одновременный учет (оценку) трех основных групп экологических факторов: природных, техногенных, социальных.

— **принцип «ключевых параметров»:** в качестве оцениваемых выбираются параметры, критические для данной территории — если территория не является экологически безопасной по указанному параметру, она не является экологически безопасной вообще.

— **принцип «приведенного ущерба»:** параметры сравниваются по возможному экономико-социальному ущербу, что позволяет привести к одному знаменателю разнородные явления (например, засухи и преступность, или загрязнение рек и сейсмическую опасность территории).

2. принципы проектирования с учетом архитектурно-градостроительного обеспечения экологической безопасности расселения:

— **принцип «условности»:** в практике территориального планирования можно говорить только об обеспечении условной экологической безопасности населенных мест и их систем;

— **принцип «комплексного проектирования»:** комплексный подход к архитектурно-градостроительному обеспечению экологической безопасности должен включать согласованные природоохранные, функционально-структурные и социально-экологические мероприятия;

— **принцип «возвратной оценки»:** архитектурно-градостроительное проектирование экологически безопасного расселения на основании выполненной комплексной оценки должно включать обязательный учет последствий реализации принятых решений (оценку эколого-экономической эффективности, оценку потенциальной конфликтности, оценку возможного экологического ущерба);

3. принципы совершенствования механизмов реализации принятых архитектурно-градостроительных решений:

— **принцип «единства информационной базы»:** управление экологической безопасностью территорий может быть эффективно осуществлено при условии интеграции работы всех участников архитектурно-градостроительного процесса в единой информационной системе обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД). Успех внедрения такой системы основывается на детальном учете всех исчисляемых параметров расселения, строго классифицированных в соответствии с вышеописанным подходом;

— **принцип «итеративности и интерактивности»:** аналитические, прогностические и проектные работы по формированию экологически безопасной структуры расселения должны выполняться итеративно и интерактивно.

Природные свойства территории влияют и на выбор конструкций зданий их этажности, определяемых в зависимости от вида грунта и рельефа. Каждое из природных свойств территории накладывает отпечаток на режим использования той или иной территории:

1. **Сейсмика:** объемно-планировочные решения, в т.ч. высотность (этажность) застройки [30, с. 225] и планировочные решения здания [4, с. 154];

2. **Экспозиция (инсоляционный режим) территории:** плотность застройки [12, с. 182, 184] и, соответственно, плотность населения;

3. **Уклоны территорий:** приемы пространственной организации застройки [17, с. 175–180], типы зданий и сооружений [17, с. 176] и на силуэт застройки, в т.ч. создание доминант и доминирующих ансамблей [6, с. 50];

4. **Подтопление территорий:** выбор инженерной подготовки территории, в т.ч. отвода подземных и грунтовых вод природного и техногенного характера, в т.ч. создание вертикальной дренажной системы как средства локальной защиты зданий и сооружений от подтопления [29, с. 137] на линии разгрузки подземных вод дренажного горизонта в виде линейного ряда из определённого количества скважин [21, с. 136];

5. **Типы элементарных ландшафтов:** распределение максимальных, минимальных и промежуточных архитектурно-планировочных и объемно-пространственных свойств городской среды в зависимости от экологических свойств элементов рельефа, в т.ч. вершины, склоны и низинные территории [24, с. 110–111].

Общие рекомендации по преобразованию природных свойств территории приведены в табл. 1.

Основными инженерно-геологическим мероприятиям по регулированию геологической среды являются [3, с. 324; 11, с. 28; 17, с. 181; 18, с. 57]:

1. вертикальная планировка поверхности земли;
2. осушение заболоченных и избыточно увлажненных территорий;
3. придание продольных уклонов улицам и дорогам для движения автомобильного транспорта и пешеходов а также для прокладки подземных инженерных сетей безнапорной канализации и дренажа;
4. защита территорий от затопления во время паводков, понижение уровня грунтовых вод на участках с повышенным их уровнем, осушение заболоченных участков;
5. борьба с затоплением и подтоплением территорий паводковыми водами и водами водохранилищ, регулированию водотоков и водоемов
6. борьба с подтоплением территорий и понижение уровня грунтовых вод;
7. орошение недостаточно увлажненных территорий;
8. борьба с селевыми потоками;
9. противомалырийные работы.

Таблица 1

Микроклиматическая характеристика и степень благоприятности разных элементов рельефа для размещения жилищного строительства [11, с. 106; 23, с. 19]

Элементы рельефа	Микроклиматическая характеристика	Степень благоприятности
Вершины и открытые верхние части склонов	В дневные часы температура воздуха на 2–4° ниже, чем на окружающей местности, в ясные тихие ночи в среднем на 2–8° выше по сравнению с температурой в долинах и у подножья склонов. Наиболее сухие, хорошо проветриваемые территории	Благоприятные территории. В районах с сильными господствующими ветрами необходима ветрозащита городской территории
Южные склоны	Дневная температура наиболее высокая, резко выражена континентальность. Получают за вегетационный период на 4–6% тепла больше, чем ровное место. Наиболее интенсивное таяние снежного покрова. Ветровой режим зависит от ориентации по отношению к направлению ветра	Благоприятные территории. В районах с высокими температурами воздуха требуется рациональное озеленение и обводнение
Северные склоны	Наиболее холодные (особенно летом), за вегетационный период получают на 8–10% тепла меньше, чем ровное место. Глубина снежного покрова больше, чем на южных склонах, сход его запаздывает на 14–15 дней. Характер ветрового режима определяется расположением по отношению к ветровому потоку	Условно благоприятные территории. По возможности следует избегать размещения жилой застройки, лечебно-оздоровительных и детских учреждений
Долины, котловины, нижние части склонов	Значительно большие суточные колебания температуры воздуха по сравнению с вершинами. Характерна инверсия температуры воздуха. В дневные часы и при ветрах, дующих под углом к направлению долины, теплее, чем на вершинах. Существенное повышение относительной влажности воздуха, что приводит к более частому образованию туманов и росы. На дне замкнутых долин без стока или с затрудненным стоком холодного воздуха ночью самые низкие температуры и высокая относительная влажность (часто возникают «озера холода»). Небольшая глубина снежного покрова. Плохие условия проветривания и рассеивания вредных выбросов	Неблагоприятные территории
Водоемы (моря, крупные озера, водохранилища)	Весной и в начале лета водоем охлаждает прилегающую территорию, в конце лета и осенью теплит. Ночью влияние водоемов сказывается практически весь теплый период. Вблизи водоемов температура воздуха на 2–4° выше, чем в нескольких километрах от берега. Днем вода понижает температуру воздуха на 2–4°. Влияние водоемов проявляется также в увлажнении воздуха и уменьшении его запыленности. На обращенных к основному ветровому потоку берегах ветры из преобладающих становятся господствующими. В суточном ходе наблюдается уменьшение скорости ветра днем и усиление ночью (на 20–40%). В районах со слабыми ветрами (до 2 м/с) возникают бризы	Благоприятные территории в умеренных и жарких районах. По степени микроклиматического влияния делятся на зоны: постоянного и сильного влияния (1–5 км), периодического и слабого влияния (3–5 км); эпизодического (теоретически возможного) влияния (10–12 км)

10. отвода дождевых и талых вод к местам сброса в водоемы;

11. борьба с оврагообразованием и размывом оврагов;

12. восстановление участков территории, нарушенных в результате человеческой деятельности (отвалы отходов, обработанные карьеры и др.);

13. противоэрозионные, противооползневые, противоселевые, берегоукрепительные и другие мероприятия.

Наиболее частым случаем преобразованием рельефа является вертикальная планировка территории, на которых должно происходить развитие и преобразование селитебной застройки. В подобной ситуации вертикальная

планировка предполагает резкое изменение естественного строения ландшафта, т.к. связан с большими перемещениями грунта, нарушая состояние окружающей среды: происходят изменения в структуре подземных вод, почвенного слоя, растительности и общей живописности участка. Чересчур большая высота и ширина террас нежелательна по нескольким причинам. Во-первых, создание террас не отвечает требованиям безопасности жильцов на их высоких бровках. Во-вторых, обуславливает ориентацию тыловых фасадов зданий на склоны выемок, так что первые этажи жилых зданий смотрят в земляную или слишком высокую подпорную стену. Такие террасы обычно имеют различные размеры: по ширине — от 1 до 80–100 м, по длине — от 5–6 до 1000 м и более. Лучше всего создавать несколько террас, но более узких и с перепадами в пределах 3–6 м [10, с. 39].

Выбор определенных инженерно-технического мероприятия зависит от самого процесса, наблюдаемого на определенной территории, а также от инженерно-геологического районирования территории, получения рядов наблюдений и долгосрочных прогнозов изменений геологической среды. Все это приводит к разработке с последующим утверждением рекомендаций, нормативных документов и директив, направленных на соблюдение основных принципов и правил ведения хозяйственного освоения территорий. Эти документы должны содержать определенные требования к градостроительному, архитектурному и функциональному зонированию, в т.ч. архитектурно-планировочным, объемно-пространственным решениям, типу фундаментов, конструкциям сооружений, устройству заглубленных частей зданий и сооружений, устройству подземных сооружений и коммуникаций и т.д. Но не смотря на это даже выполнение всех требований не дает полной гарантии безопасности преобразуемых участков и не исключает дальнейшего развития опасных процессов [16, с. 351].

В подобной ситуации развитие территорий, где наблюдаются инженерно-геологические процессы и явления, подразумевает два направления развития данных территорий:

— сохранение данных территорий практически в том виде, в котором они находятся в настоящее время. Подобное развитие неудобных территорий подразумевает минимальное использование инженерно-технических мероприятий по преобразованию городских территорий под развитие рекреационных функций на данных территориях, т.е. сохранять их как природные клинья в структуре города и использовать их как часть природного каркаса города. В подобной ситуации основной принцип организации вертикальной планировки территории микрорайона заключается в максимальном сохранении существующего ре-

льефа. Она ведется выборочно, на отдельных участках [5, с. 56].

— полное или частичное преобразование городских территорий, где наблюдаются инженерно-технические процессы и явления с последующим созданием транспортной и инженерной инфраструктуры и застройки. Также данное развитие распространяется и на уже сформированные городские территории, где наблюдаются определенные инженерно-геологические процессы и явления. Т.е. происходит «максимальное включение их в функциональную городскую структуру и использование под застройку» [7, с. 54], что «способствует существенному расширению технических возможностей современного градостроительства» [9, с. 72]. Главным преимуществом создания застройки на неудобные территории может быть «уменьшение, а порою и прекращение отрицательных динамических процессов: снижается уровень грунтовых вод на заболоченных землях, прекращаются оврагообразующие процессы стабилизируются оползни, закрепляются подземные пустоты» [8, с. 56–57]. Данное обстоятельство не всегда может быть использовано для развития городских территорий, где наблюдаются неудобные территории.

И в том, и в другом случае подразумевается создание инженерной защиты антропогенной среды города от опасных инженерно-геологических явлений или уменьшение воздействия (последствий) от их деятельности. Из приведенного выше списка инженерно-геологических мероприятий по преобразованию рельефа различны по своей направленности, по различному действуют на инженерно-геологические явления и процессы по различному в зависимости от вида неблагоприятных геологических условий¹.

Активное вмешательство в геологическую структуру, т.е. изменение исходных антропогенных свойств территории, ведет к изменению в самой геологической среды. Подобное вмешательство активно влияет на существующий ландшафт, также как и на природно-климатические, инженерно-геологические и иные свойства составляющих ландшафта влияют на создаваемые объекты инфраструктуры и застройки, т.е. влечет за собой каскад проблем: когда одна проблема порождает другую, другая — третью, третья — четвертую и т.д., [1, с. 12, 14], приводя к необратимым последствиям и невозможности приведения в будущем к первоначальным свойствам территории.

При возрастающих масштабах строительства происходит изменение структуры рельефа², которое связано с двумя процессами [26, с. 611; 27, с. 255]:

1. понижение уровня рельефа связано со срезкой грунта, устройством выемок, опусканием и просадками поверхности;

¹ Более подробнее на данную тему см., напр.: [1, с. 17–22; 31, с. 13; 32, с. 195–210].

² Такими преобразованиями являются уменьшение уклонов поверхности рельефа при вертикальной планировке, создание множества мелких преград — бордюров тротуаров и дорог, создание слоя насыпных грунтов с меньшей плотностью, чем в естественных условиях, вскрытие и засыпка многочисленных траншей подземных коммуникаций и котлованов песчаным грунтом [13].

2. повышение уровня рельефа связано с перемещением грунтов, складыванием различных отходов, засыпкой оврагов и т.д.

И в том, и в другом случае «происходит развитие антропогенных геологических процессов, изменение гидрогеологических условий, что ведет к заболачиванию, подтоплению, истощению ресурсов подземных вод, деформации поверхности земли» [26, с. 611; 27, с. 255].

В связи с тем, что протекающие на определенной территории инженерно-геологические явления и процессы представляют опасность для создания различных объ-

ектов инфраструктуры и застройки, расположенных на данной территории. Таким образом, для территорий с протекающими на них определенными инженерно-геологическими процессами и явлениями необходимы определенные мероприятия по улучшению природных условий для городского строительства, а также с целью «уменьшения издержек» при строительстве и эксплуатации инфраструктуры и застройки. Одним из таких мероприятий служит приведение в порядок архитектурно-планировочных и объемно-пространственных свойств территории в соответствии с природными свойствами территории.

Литература:

1. Аствацатурова, К. А. Типизация инженерно-геологических условий городских территорий для их строительного освоения и обоснования схем инженерной защиты (на примере г. Калуга): Автореф. дис. ... кандидата геол. — мин. наук: 25.00.08 / Карине Аракеловна Аствацатурова; открытое акционерное общество «Технические инженерно-строительные изыскания» (ОАО «КалугаТИСИЗ»). — М., 2009. — 27 с., ил.
2. Большаков, А. Г. Экологические предпосылки градостроительного проектирования / А. Г. Большаков; Иркут. гос. техн. ун-т. — Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. — 148 с.: а-ил
3. Бутягин, В. А. Планировка и благоустройство городов: учеб. для ВУЗов. — М., Стройиздат, 1974. — 381 с., ил.
4. Гаскин, В. В. Проблемы проектирования сейсмостойких зданий и реконструкции старых домов в г. Иркутске. — Реконструкция жилья. Выпуск 8. Дослідження технічного стану, 2008. — с. 153–165
5. Горохов, В. А. Инженерное благоустройство городских территорий и населенных мест: учебник для вузов по спец. «Коммун. стр-во и хоз-во» / Владислав Андреевич Горохов, Олег Семенович Расторгуев. — 4-е изд. перераб. и доп.. — М.: Стройиздат, 1994. — 458 с.: а-ил
6. Губина, М. В. Природно-ландшафтные и климатические факторы и их влияние на архитектурную композицию городских ансамблей / М. В. Губина, В. С. Коваленко. — Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст», Выпуск 66. Серия: Технические науки и архитектура, 2010. — с. 49–53
7. Диденко, В. Г. Высотное строительство: проблемы и перспективы / Социология города, 2008, № 1. — с. 73–78
8. Ефимчук, В. В. Освоение «неудобных» территорий / Научно-технический сборник № 36. Коммунальное хозяйство городов, 2002. — с. 53–57
9. Зейферт, М. Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой среды. — Вестник КГАСА, № 1 (2), 2004. — с. 21–24
10. Крогиус, В. Р. Город и рельеф / В. Р. Крогиус. — М.: Стройиздат, 1979. — 122 с.: а-ил
11. Малоян, Г. А. Основы градостроительства / Учебное пособие: — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004—120 с.
12. Молчанов, В. М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/д: «Феникс», 2003. — 240 с.: ил. (Серия «Учебные пособия»)
13. Николаев, А. П. Проблемы подтопления городских территорий. — Режим доступа (Электронный ресурс): www.ecocity.ru/insertfiles/modelling18.doc
14. Оглы, Б. И. Формирование центров крупных городов Сибири. Градостроительные и социально-культурные аспекты. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. — 168 с.
15. Оленьков, В. Д. Градостроительная безопасность. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 104 с. (Теоретические основы градостроительства.)
16. Основы градостроительства: учеб. пособие по специальности «Стр-во» / А. Г. Лазарев [и др.]; под. общ. ред. Лазарева А. Г. — Ростов н/Д: Феникс, 2004. — 413, [2] с.: а-а-ил. — (Высшее профессиональное образование).
17. Основы территориально-пространственного развития городов: Учеб. пособие / Городков А. В., Федосова С. И. — Брян. гос. инженер. — технол. акад. — Брянск, 2009. — 326 с.
18. Петерс, Е. В. Градостроительство и планирование населенных мест: курс лекций / Е. В. Петерс. — ГУ КузГТУ, Кемерово, 2005. — 163 с.
19. Петерс, Е. В. Основы территориально-пространственного развития городов: учеб. пособие / Е. В. Петерс; Кузбас. гос. техн. ун-т. — Кемерово, 2010. — 120 с.
20. Позаненюк, Е. А. Территориальное планирование: учеб. пособие для студентов университетов, обучающихся по специальности «экология и охрана окружающей среды. — Симферополь, 2006. — Режим доступа (Электронный ресурс): <http://www.twirpx.com/file/766920/>

21. Попов, В.К. Техногенное подтопление как фактор, влияющий на стабильное функционирование городов / В.К. Попов, С.В. Серяков. — Вестник ТГАСУ, № 2, 2006. — с. 131–137
22. Прядко, И.А. Экономический механизм обоснования экологически устойчивого развития городских территорий. Монография. — Ростов-н/д: Ростиздат, 2009. — 144 с.
23. Справочник проектировщика: градостроительство / Под общ. ред. В.Н. Белоусова. — 2-е изд., перераб. и доп.. — М.: Стройиздат, 1978. — 367 с.: а-ил
24. Тарасова, Л.Г. Взаимосвязь процессов управления и самоорганизации в развитии крупных городов. — Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 2009. — 142 с.: ил.
25. Тиманцева, Н.Л. Принципы моделирования жилой среды в экстремальных условиях обитания: Автореф. дис. ... канд. архит.: 05.23.21–18 / Тиманцева Наталия Львовна; ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)». — М., 2010. — 32 с.
26. Фокина, З.Т. Теоретический анализ тенденции урбанизации и экологии города / Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 7, 2011. — с. 609–614
27. Фокина, З.Т. Тенденция урбанизации и изучение экологии города / Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 2, т. 2, 2011. — с. 253–258
28. Фомин, И. Историческое и регулируемое архитектурно-планировочное формирование крупных городов / Досвід та перспективи розвитку міст України. Збірник наукових праць, № 2 (8), 2005. — с. 15–25
29. Чебанов, А.Ю. Поиск эффективных решений проблемы подтопления городов / Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник № 47. — с. 133–138
30. Черепанов, К.А. Проблемы выбора оптимальных параметров застройки в зависимости от социальных, экономических и экологических свойств городской среды. — Молодой ученый, № 2, часть 1, 2014. — с. 216–232
31. Шадрин, А.В. Архитектурно-градостроительное обеспечение экологической безопасности систем расселения (на примере Свердловской области): Автореф. дис. ... канд. архит.: 05.23.20 / Шадрин Анастасия Викторовна; ФГБОУ ВПО «Уральская государственная архитектурно-художественная академия». — Екатеринбург, 2012. — 22 с.
32. Шадрин, А.В. Формирование системы комплексного обеспечения безопасности в градостроительстве / А.В. Шадрин, В.А. Колясников // Академический Вестник УралНИИПроект РААСН, № 2, 2009. — с. 12–15

Эволюция и формообразование делового пространства

Шакалова Екатерина Юрьевна, аспирант

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

В статье на историческом и современном материале осуществляется анализ и осмысление условий и принципов средоформирования для рабочих процессов. Рассмотрены традиции и инновации в области организации делового пространства. Выявлены актуальные тенденции формирования пространства для бизнеса и инновационной деятельности. Новизна работы заключается в анализе перспектив эволюции архитектуры офиса, а также в оценке задач развития архитектуры общественных зданий в целом.

Ключевые слова: эволюция, организация рабочего пространства, офис, тенденции, прозрачность.

Человечество находится на той ступени развития, когда не материальные, а интеллектуальные открытия будут являться стимулом для развития архитектуры, искусства, можно надеяться, что нас ждут колоссальные перемены в зодчестве, в понимании принципов организации городского пространства, в формировании новой модели архитектуры и проектирования [1]. Роль в этом процессе научных достижений во всех областях знания неоднозначна. Глубокий анализ, систематизация знаний и осмысление с позиции архитектуры позволят говорить об этом с большей долей уверенности и доказательности.

Архитектура отражает уровень развития общества, отражает уровень сознания, реализующего свои иллюзии

в реальности. А также его цивилизованность и его варварство. Она всегда возникает в определенном обществе и отражает те условия, в которых возникает [2].

Сегодня, в период «агрессивной» экономики, информационной экспансии, актуальная проблематика задается тем, что архитектура становится частью коммуникативных полей, сетевой инфраструктуры, системы инвестиционных вкладов, то есть представляет интерес не только с точки зрения истории искусства, истории технологий, но и находится в зоне социальных исследований. Изменение статуса архитектуры активно влияет на развитие новых формообразований, во многом определяет выбор новых неканонических метафор и настоятельно

требует комплексного подхода к проблеме [1–3]. Необходимо отметить, что анализ данной проблематики усложняется отсутствием временной дистанции по отношению к предмету исследования, размытостью границ между актуальным искусством и архитектурой, неустойчивостью и «миграцией» профессиональной терминологии.

Первыми офисами ещё в XVI веке стали биржи. Им были присущи ярко выраженная комбинированная планировочная структура с центральным зальным пространством, окруженным галереями и архитектурными излишествами.

Функциональное зонирование предполагало размещение на первом этаже торговых лавок, на втором — биржевого зала и кабинетов маклеров. В то время биржа выполняла по сути, кроме офисного, еще и общественное предназначение

С XVIII века конторскими помещениями обзаводятся банки. Как и биржи, в градостроительном плане банки тогда все еще воспринимаются как здания, несущие общественные функции и не выбивающиеся из архитектурных особенностей города.

С появлением массового клиентского обслуживания, а также усложнением бухгалтерских и налоговых норм просторные помещения в банках исчезают. Почти везде ликвидируется и кабинетная структура, заменяемая общим пространством — кроме экономии на стенах такое упрощение было призвано обеспечить больший присмотр за клерками. Тогда же, в конце XIX века, возникает и прообраз современного офиса, таким, каким мы его знаем сегодня — с предельной функциональностью. Его появлению мы обязаны опустошительному пожару в Чикаго в 1871 году. После него в городе развернулось строительство многоэтажных зданий на основе изобретенного тогда же металлического каркаса.

Офисные конструкции из Чикаго распространились всюду по миру. Их главными особенностями стали стесненные рабочие условия. Одной из причин этого являлась не только экономия, но и появление науки об интенсификации труда. Считалось, что в тесноте легче вырабатывать командный дух, а также вечно держать в напряжении офисного работника

Дальше изобретение Робертом Пропстом в 1960 году кьюбикла. Кьюбикл — это рабочее место в офисе, представляет собой одну из множества ячеек большого офисного пространства, разделённую не доходящими до потолка лёгкими перегородками. Цель кьюбикла — обеспечить конфиденциальность пользователя, занимая минимальное пространство.

На смену небоскребу пришел бизнес-центр, сочетающий в себе эффективность многоэтажного делового здания с преимуществами торгового комплекса, ориентированного на потребителя. Другой тенденцией стало перемещение компаний в пригороды, что привело к появлению «бизнес-парков» — комплексов умело спроектированных малоэтажных зданий, окруженных привлекательным ландшафтом и связанных скоростными магистралями с городом и аэропортом.

Из всех типов сооружений сегодня, пожалуй, именно офисное здание претерпевает наибольшие изменения [4–6]. Благодаря современным информационным и коммуникационным технологиям офис больше не привязан жестко к месту и времени. Человек работает там, где есть подключение к компьютерной сети.

Несмотря на это, офис не утратит своего значения. Наоборот, в условиях виртуальности важнее, чем когда-либо, становятся непосредственное общение людей и единый центр для всей организации. Перемещаясь по всему миру, сотрудники компании используют центральный офис как своего рода штаб, который поддерживает необходимое чувство принадлежности к коллективу.

Информация — самый важный ресурс современности. Задача проектирования офисов обеспечить процессы обработки и передачи информации оптимальными условиями среды.

В век глобализации требуется быстро обрабатывать сложную информацию и быстро подводить итоги. Проницаемость, прозрачность становится одной из основ эффективной организации. Она становится фактором состоятельности, неотъемлемой частью корпоративной культуры, выражаясь также в архитектуре и выборе системы планировки комнат. В прозрачном офисе возможен мгновенный зрительный контакт. Работая, отдельные сотрудники чувствуют биение пульса всей компании. Они ощущают собственную привилегированность, работая и общаясь в хорошо спланированном и правильно устроенном окружении. Они находятся в курсе происходящего, но в то же время они могут сосредоточиться на своей работе.

Прозрачный офис — живое пространство. Информация течет быстрее, человек чувствует себя погруженным в это течение, в жизнь компании. При этом прозрачные перегородки не исключают и возможности уединиться: люди видят друг друга, ощущают присутствие друг друга, но, используя перегородку как фильтр, могут сами решать, должен ли кто-то слышать их и должны ли они слышать других. Так же никого не беспокоят чужие телефонные звонки. У всех людей разная потребность в общении.

В тех офисах, где созданные по современным технологиям перегородки обеспечивают прозрачность, люди сами могут очерчивать свои границы. Они становятся режиссерами собственного сценария общения. Офис превращается в залитую светом сцену, арену энергичных действий по открытому обмену информацией, быстрой реализации идей и предложений. В таком рабочем пространстве сеть человеческих коммуникаций соткана с куда большим качеством, чем в офисах со строго расчерченным планом, где сотрудники едва видят друг друга и работают в изоляции. Всем известно, сколько энергии расходуется впустую в таких офисах из-за недостатка прозрачности.

В офисах, организованных с помощью стеклянных перегородок, которые позволяют гибко использовать пространство, очень ясно прочитывается структура компании.

В наши дни при мотивации работников принципиальными становятся понятия осведомленности, прозрачности и вовлеченности. Иерархии становятся горизонтальными, между «верхом» и «низом» больше не нужны барьеры, главным становится совместный труд, работа над проектами, в которой принимают участие команды с переменным составом. Служащие приобретают все большую ответственность. Они организуют свою жизнь и свое рабочее пространство крайне независимо, руководствуясь индивидуальными потребностями в общении.

В отличие от традиционного статичного офиса, где люди почти не видят друг друга, а встречи редко бывают спонтанными, прозрачный офис — это настоящее место общения. Здесь коллеги встречаются, чтобы поведать, друг другу о том, что происходит в мире и в их работе. Формируются команды. Те члены коллектива, которые в основном работают вне офиса, также могут приобщиться здесь к духу компании. Прозрачный офис — это их «база» оставаться на связи и ощущать пульс компании. В прозрачных офисах «мертвые» зоны обретают жизнь. Центральные пространства и проходы, подобно рыночной площади, превращаются вместо неожиданных встреч.

Таким образом, меняется само значение офиса. Место, где человек проводил годы только ради заработка, теперь становится площадкой новой жизни и нового опыта. Прозрачность заряжает комнаты положительной энергией. В открытых, проницаемых комнатах мы ощущаем, как «звучат» другие работники: современная философия управления все чаще сравнивает новую культуру работы с творчеством, импровизацией (например, в джазе).

Офис начальника часто мало выделяется. Он открыт и доступен всем. Прежние «символы власти» утратили значение. В мире современного офиса знаки занимаемого положения становятся более тонкими и индивидуализированными. Живой ум и инициативность простых членов команды являются более важными, чем чин в «табели о рангах». Начальник уже не является «надсмотрщиком», он — человек, управляющий творческим потенциалом компании.

Мир офиса становится общим, интерактивным пространством; прозрачность становится неотъемлемым элементом корпоративной культуры, оцениваемым как извне, так и изнутри.

С внешней точки зрения, при работе с клиентами, прозрачность пространства демонстрирует открытость, динамизм и просвещенность. С внутренней — когда офис ощущается как зона действия положительной энергии, удовлетворение от работы и продуктивность растут по меньшей мере пропорционально уменьшению количества отгулов по болезни. Работодатели отмечают при этом экономии времени от 20 до 30 процентов и с энтузиазмом отзываются о мотивированных, коммуникабельных командах сотрудников, добивающихся значительного увеличения продуктивности. Творческий подход в бизнесе никогда еще не был так важен, как сейчас. Девиз будущего — «общаться, обновлять, творить». Все большее

значение придается таким качествам, как эмоциональность, творческое начало, способность к общению. Соответственно меняется и концепция пространства. С одной стороны, офис должен быть средоточием пульсирующей жизни; с другой, рабочая комната должна быть спокойной гаванью в бурном море цифровых коммуникаций. Поэтому прозрачная планировка офиса будущего тщательно дифференцирована и включает защищенные зоны для человека. Лишь прозрачные перегородки делают возможным такую двойственность. Они не ставят нас перед необходимостью выбирать «общение или изоляция», делая возможным оба состояния.

Таким образом реализуется главный культурный принцип современности — принцип комплексности. Когда различные реальности и различные скорости существуют рядом, области их соприкосновения становятся «горячими точками». Для работы в офисе это означает необходимость следовать ритму жизни и не упустить стремительный поток информации. Только комплексное знание может быть по-настоящему плодотворным. Комплексность означает равновесие между общением и концентрацией, взаимодействием и уединением.

Рассмотренные тенденции формирования современного офисного пространства необходимо переосмысливать в каждом конкретном случае реального проектирования. В городе Воронеж возможно строительство комплекса, который будет отвечать последним тенденциям построения пространства, способного изменить человека, дать путь к саморазвитию, ведь мир офиса — пространство общности, область высокой энергии, место увлекательного труда и меняющаяся сцена. Рабочая территория больше не привязана жестко к месту, что дает нам свободу в таких понятиях как «границы времени» и «границы места». Рабочее пространство начинает пронизывать жилье, вносить новую функцию в уже устоявшиеся формы.

Новизна работы заключается в анализе тенденций и перспектив эволюции архитектуры офиса. Офисные пространства должны быть предельно открытыми и гибкими по планировке. Свободное расположение рабочих зон необходимо не только для формального и неформального общения сотрудников компании, но и для того, чтобы сделать простыми и быстрыми любые организационные изменения.

Сказанное можно отнести и к другим типам общественных зданий, поскольку ведущие тенденции развития архитектуры общественных зданий во много общие, а одной из центральных тенденций является универсализация пространства.

Архитектура и дизайн пространства деловой жизни и инновационной деятельности стремительно развиваются. Кризисы ведут к быстрому отмиранию устаревших форм и возникновению новых идей и подходов. В этих изменениях, несомненно, велико влияние новых тенденций в самом бизнесе, но роль проектировщика остаётся значительной, поскольку придание формы новому — наша профессиональная задача.

Литература:

1. Капустин, П. В. Креатопарк: инновационное пространство в структурах повседневности // Вопросы методологии. — 1997. — № 3
2. Дэй Кр. Места, где обитает душа. Архитектура и среда как лечебное средство. — М.: Ладья, Академия городской среды, 2000. — 272 с.
3. Иовлев, В. И. Пространство-время как категория образного мышления архитектора. — Екатеринбург: УралГАХА, 1993. — 126 с.
4. Про офис: Пособие по проектированию профессиональных офисов — уникальный совместный проект компании VENE и журнала «Проект Россия». — М.: Проект Россия, 2001, № 4
5. Финдель, И. Г. Современный офис: необходимые элементы для успешной работы / И. Г. Финдель. — С-Пб.: Феникс, 2001. — 288 с.
6. Турьянский, А. Г. Эргономика офиса и рабочего места. — М.: Просвещение, 1999. — с. 230.

11. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Совершенствование систем пожарной безопасности в учебных заведениях РФ

Демидова Юлия Михайловна, студент;
Капралова Мария Алексеевна, студент
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

В работе представлены результаты исследований пожарной экспертизы, результаты численных и натуральных исследований учебной эвакуации, предложены решения по совершенствованию пожарной безопасности университета.

Ключевые слова: система пожарной безопасности, пожарный риск, скорость потока, нормативное время эвакуации.

Объект исследования — Сибирский государственный университет путей сообщения.

Цель исследования — разработка мероприятий по усовершенствованию пожарной безопасности СГУПС и устранение выявленных нарушений.

Одной из важных и актуальных проблем является предотвращение несчастных случаев связанных с пожарами в учебных заведениях. Пожар в Московском институте государственного и корпоративного управления, унёс жизни 10 человек. Причиной трагедии стала старая электропроводка, ни разу не заменявшаяся целиком за 70-лет. Шестерых погибших нашли у заблокированного запасного выхода. Дважды горели общежития Российского университета дружбы народов, в последнем пожаре погибли 44 человека, пострадали более 170. Одним из пунктов обвинения было то, что администрация вуза не установила в помещениях общежития пожарную сигнализацию.

Задачи:

1. Проведение пожарной экспертизы СГУПС на основании Постановления правительства РФ № 390 «Правила противопожарного режима РФ» от 25 апреля 2012 г. и др. действующей нормативно-правовой базы.

2. Проведение исследования движения людских потоков СГУПС (численное моделирование и натуральные исследования при учебной эвакуации университета)

Проанализировав статистику все проблемы пожарной безопасности были разделены на 3 блока: проектирование и перепланировка, эвакуация и экспертиза (Рис.1)

1. Проектирование и перепланировка

1.1 Важной проблемой университета является переполненность учебных корпусов.

В СГУПСе существует Культурно Досуговый Центр, который занимает площади главного корпуса университета. В условиях дефицита учебных площадей было предложено рассмотреть вопрос о возможности надстройки 3го этажа здания столовой «Журавушка», с последующим переносом КДЦ. Под руководством сотрудников лаборатории проводится техническая экспертиза здания столовой.

1.2. Согласно требованиям, на путях эвакуации не должно быть препятствий, таких как турникеты, паласы должны быть прикреплены к полу. [1, с.6] Демонтаж турникетов и закрепление паласов позволит увеличить скорость движения потоков при эвакуации и уменьшить количество травмоопасных ситуаций.



Рис.1. Проблемы пожарной безопасности

1.3. В рамках пожарных учений установлено, что у большинства предоставленных огнетушителей срок годности закончился около 10 лет назад. Из 25 огнетушителей 10 оказались неэффективны, еще часть из них обладает обратным действием — вместо тушащего вещества из них выделяется кислород, который усиливает пламя. У двух огнетушителей при использовании отлетели раструбы, что представляет серьезную угрозу жизни. Важно подчеркнуть, что данные огнетушители находились в складе ГСМ, где помимо топлива, расположены автомобили и техника. Недопустимо хранение и использование неисправных огнетушителей.

2. Эвакуация

2.1. В течении трех последних лет во время эвакуации на каждый выход назначались наблюдатели,

производившие видеосъемку и заносившие данные в протоколы. К проведению учебной тревоги были привлечены 16 проинструктированных и подготовленных наблюдателей — студентов факультета ПГС. У каждого выхода велось видео-фото наблюдение и составления протоколов исследования, представленных на рисунке 2.

Данные по количеству эвакуированных людей по каждому выходу представлены на рис.3. Анализируя потоки — лабораторный корпус переполнен.

Для научного подтверждения проводились теоретические расчеты времени эвакуации. Объем здания: $V = 132 \cdot 18 \cdot 22 = 52\,300 \text{ м}^3$. Степень огнестойкости I, II. Расчетное время эвакуации оказалось почти в 2 раза больше нормативного.

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5;$$

$L_1 = 22 \text{ м};$ $D_1 = \frac{(N \cdot f)}{L_1 \cdot \delta_1} = \frac{20 \cdot 0,1}{22 \cdot 10} = 0,01$ $V_1 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$ $t_1 = \frac{L_1}{V_1} = \frac{22}{100} = 0,22 \text{ мин};$	$L_2 = 40 \text{ м};$ $D_2 = \frac{(N \cdot f)}{L_2 \cdot \delta_2} = \frac{120 \cdot 0,1}{40 \cdot 3} = 0,1$ $V_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$ $t_2 = \frac{L_2}{V_2} = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ мин};$	$L_3 = 40 \text{ м};$ $D_3 = \frac{(N \cdot f)}{L_3 \cdot \delta_3} = \frac{290 \cdot 0,1}{40 \cdot 3} = 0,24$ $V_3 = 53 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$ $t_3 = \frac{L_3}{V_3} = \frac{40}{53} = 0,75 \text{ (} 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{) мин};$
$t_{д.п.2} = \frac{N}{q_{д.п.} \cdot \delta_{д.п.}} = \frac{20}{0,9 \cdot 50 \text{ чел./}(\text{м} \cdot \text{мин})} = 0,44 \text{ мин};$		
$t_{д.п.5} = \frac{N}{q_{д.п.} \cdot \delta_{д.п.}} = \frac{310}{3 \cdot 60 \text{ чел./}(\text{м} \cdot \text{мин})} = 1,7 \text{ мин};$		
$t_p = 0,5 + 0,44 + 0,5 + 1,5 + 1,7 = 4,64 \text{ мин};$		

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЙ

Студент (Ф.И.О.) _____

Выход (пост наблюдения) № _____

Время получение сигнала (Ч), $T_4 =$ _____

Время первого человека вышедшего ч/з выход, $T_{11} =$ _____

Время последнего человека вышедшего ч/з выход, $T_{12} =$ _____

Ширина коридора, м _____

Результат наблюдения:

Общее количество эвакуированных ч/з выход $I_{30} =$ _____

Скорость людского потока : $V_1 =$ _____ $V_2 =$ _____ $V_3 =$ _____ $V_{ср} =$ _____

Окончательное заполнение протокола произвести после обработки фото и видео материалов

К протоколу прилагаются: схема с обозначением НП и видеозапись

Проблемные ситуации:

Время	Что происходило
1. _____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Рис.2. Протокол исследований

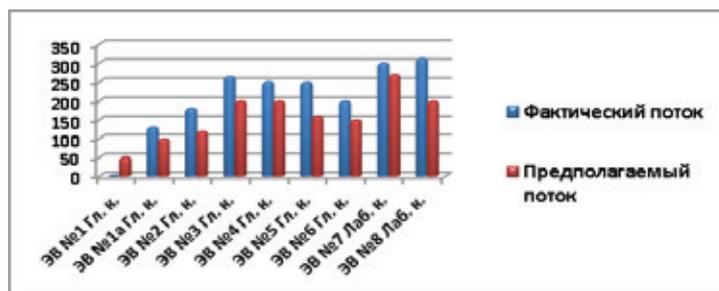


Рис. 3. Количество эвакуированных людей

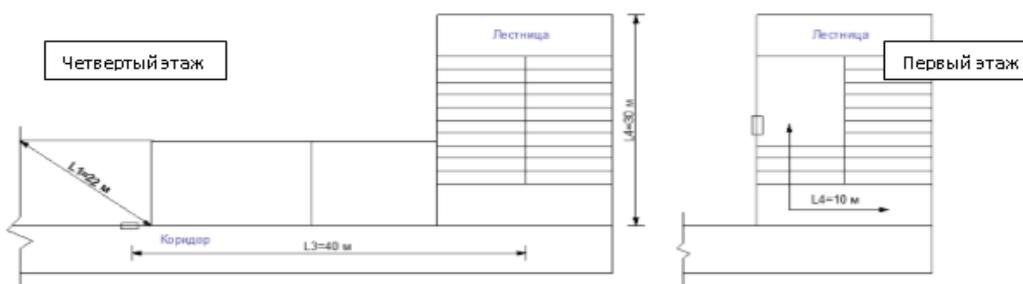


Рис. 4. Первый и четвертый этажи лабораторного корпуса СГУПС

Для расчета практического времени эвакуации устанавливались метки на стенах, расстояние между которыми 2 метра, и рассчитывались скорости потока. Скорость оказалась неоднородной и низкой.

Нормативное время эвакуации: 2,5 мин. [2, п.13, п.25]
 Расчётное время эвакуации: 4,64 мин. Практическое время эвакуации составило 9 минут.

2.2. Были проведены расчеты пожарного риска в лабораторном корпусе, которые показали, что индивидуальный пожарный риск не отвечает требуемому.

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_3 \leq Q^H_3$$

Q^H_3 – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $Q^H_3 = 10^{-6} год^{-1}$;
 Q_3 – расчетная величина индивидуального пожарного риска.
 $Q_{п}$ – частота возникновения пожара $8 \cdot 10^{-2}$

$$Q_3 = Q_{п}(1-R_{ап})R_{пр}(1-R_3)(1-R_{п.з.});$$

$$R_{п.з.} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{соуз})(1 - R_{обн} \cdot R_{плз}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,899$$

$$Q_3 = 8 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,899) = 1,078 \cdot 10^{-6}$$

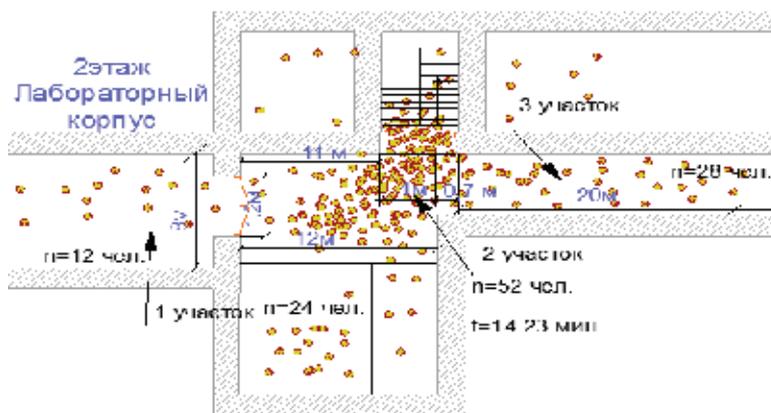


Рис. 5. Расчётный участок лабораторного корпуса

2.2. При эвакуации скорость движения потока уменьшается, если вторые створки дверей в переходах между корпусами закрыты. Открыть их сложно, из-за высоты расположения шпингалетов. Предлагается демонтировать верхние шпингалеты или адаптировать их к среднему росту человека.

2.3. На некоторых дверях эвакуационных выходов установлены замки (выходы 1 и 1а, рис.6). Заблокированные двери невозможно открыть изнутри, возле них собираются толпы студентов, которые вынуждены искать другие пути эвакуации. Запоры на дверях эвакуационных выходов должны обеспечивать возможность их свободного открывания изнутри без ключа. [1, с.5] Предлагается демонтаж замков и установка легкооткрывающихся изнутри затворов.

2.4. Для рационального распределения потоков студентов в сторону ближайшего эвакуационного выхода необходимо добавить указатели движения, потому что

некоторые направляющие таблички вводят студентов в заблуждение и приводят в тупики.

2.5. При пожаре, в условиях недостаточной освещенности при задымлении, будет плохо видно направляющие таблички. Предлагается сделать таблички, планы маршрутов эвакуации, аварийные выходы из фотолюминесцентных материалов.

Был проведен социологический опрос на тему: Знаете ли вы для чего дымоотсечные двери и умеете ли вы ими пользоваться? По результатам опроса было установлено: 15%-знаю, умею; 25%-знаю, но возникают проблемы; 60%-не знаю. Затем добровольцам было предложено открыть дымоотсечные двери. Это оказалось затруднительно и потрачено много времени. Для решения этой проблемы разработаны простые схематичные инструкции (рис. 6) в виде табличек и установлены на каждую дымоотсечную дверь около механизма открытия, что позволяет сократить время эвакуации.



Рис.6. Схема механизма открытия дымоотсечной двери

2.6. Одной из самых важных проблем в университете и грубейшим нарушением правил пожарной безопасности является неисправная система автоматического открывания эвакуационных дверей при пожаре (5,6,7 выходы, рис.6)

Двери, не открывшиеся автоматически, вынуждены открывать сотрудники охраны, что приводит к столпотворению и давке у выходов.

Также охранники открывают некоторые эвакуационные двери заранее на 5–20 минут. Такими действиями эффективность учебной эвакуации сводится к нулю, так как становится невозможным проверка автоматического открывания эвакуационных дверей.

2.7. В планах эвакуации, расположенных на каждом этаже, не отмечено места размещения самого плана в здании,

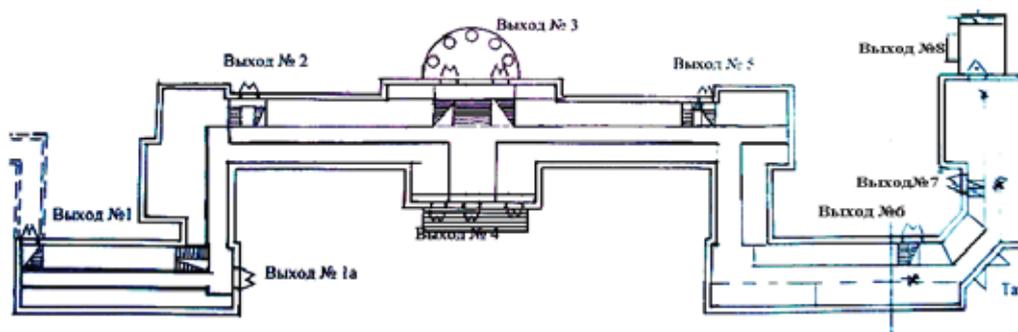


Рис.7. Схема основных и запасных действующих выходов корпусов СГУПС

что создает трудности при ориентировании в здании при пожаре. Предлагается дополнить планы этими отметками.

3. Экспертиза

По результатам проведения пожарной экспертизы СГУПС выявлено множество нарушений и сделан вывод, что либо

экспертиза пожарным надзором проводится недобросовестно, либо администрация ВУЗа не реагирует на замечания.

Статья будет направлена в качестве рекомендаций в администрацию СГУПС и планируется активное участие в осуществлении предложенных решений проблем.

Литература:

1. Постановление Правительства РФ № 390 от 25 апреля 2012 года «О противопожарном режиме». — 2012. N 19. — ст. 2415.
2. ГОСТ Р 12.3.047–2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. — 2012. — ст. 77.

Особенности контроля технологических и электрокинетических показателей массы непосредственно в технологическом потоке

Жирнов Денис Николаевич, аспирант;

Жирнова Ирина Михайловна, аспирант;

Севастьянова Юлия Вениаминовна, кандидат технических наук, доцент;

Дулькин Дмитрий Александрович, профессор

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г Архангельск)

Контроль технологических и электрокинетических показателей массы в технологическом потоке связан с определенными трудностями. Зачастую при отборе анализов приходится решать вопросы, связанные с достоверностью отбора, точкой отбора и влиянием процессов, происходящих в непосредственной близости.

Для прогнозирования качества готовой продукции в процессе производства тарного картона из макулатурного сырья необходимо учитывать ряд факторов, касающихся как исходного сырья (макулатуры) так и параметров подготовки массы (степень помола, очистка и сортирование и др.) [1].

При анализе качества исходного макулатурного сырья необходимо учитывать несколько серьезных моментов, касающихся как количества циклов переработки, так и загрязненности данного вида сырья. Макулатура доставляется на предприятие автотранспортом и проверяется на соответствие внутреннему стандарту приемки макулатуры контролерами входного контроля. Как правило, оценить всю макулатуру, которая содержится в прицепе грузовой автомашины невозможно, силами контролеров можно дать лишь косвенную оценку о принадлежности макулатуры к определенному сорту. В связи с этим возникают трудности, связанные с ухудшением качества продукции при стабильной настройке массоподготовительного оборудования, вследствие изменений бумагообразующих свойств макулатуры различных поставщиков. Наличие больших промежуточных бассейнов не избавляет от этой проблемы, лишь отчасти снижая и маскируя истинную причину снижения качества продукции.

Типичные технологические показатели качества подготовки массы, такие как степень помола массы, изме-

нение времени водоотдачи массы, длина волокна сильно зависят от точки отбора проб. Оптимальной точкой отбора проб массы является промежуточный бассейн, который снижает вариации показателей массы, связанные с качеством поступающей макулатуры. Естественно при этом необходимо обеспечить максимально возможное перемешивание массы в бассейне, а также в точке отбора. При невозможности использования аккумулирующего бассейна необходимо использовать метод усредненной пробы, связанный с отбором массы из технологического потока через равные промежутки времени, тем самым стараясь максимально усреднить пробу.

Кроме вышеперечисленных особенностей необходимо учитывать протекающие в непосредственной близости процессы. Как правило, это относится к оценке влияния изменения параметров подготовки массы в размольно-подготовительном отделе на качество готовой продукции и параметры получения бумажного полотна на бумагоделательной машине (обезвоживающая способность, равномерность формования и др.). При этом важно учитывать временную задержку между временем изменения технологического параметра и временем реагирования уровня качества готовой продукции. Эта временная задержка связана с объемами промежуточных бассейнов, производительностью бумагоделательной машины и другими взаимозависимыми параметрами. В противном случае результатом изменения уровня качества готовой продукции могут являться изменения в качестве исходного макулатурного сырья или другие нежелательные помехи. Для получения достоверной оценки влияния изменения технологического параметра необходим длительный период наблюдения за качеством готовой

продукции без изменения других параметров технологического режима.

Например, при оценке удержания волокна на формирующей сетке БДМ необходимо учитывать не только расчетный коэффициент удержания, но и его слагаемые: концентрацию массы и концентрацию регистровой воды, т.к. при снижении концентрации регистровой воды снижается также и концентрация массы в напорном ящике, поэтому при улучшении состава регистровой воды коэффициент удержания волокна может остаться без существенного изменения.

При определении электрокинетических характеристик в технологическом потоке возникают определенные трудности, связанные не только с точкой и методом отбора проб, но и с изменением электропроводности в макулатурном потоке.

Литература:

1. Дулькин, Д. А. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги /Д. А. Дулькин, В.А. Спиридонов, В.И. Комаров. — Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, — 2007. — 1118 с.

Влияние pH на электрокинетические и технологические параметры массы

Жирнова Ирина Михайловна, аспирант;

Севастьянова Юлия Вениаминовна, кандидат технических наук, доцент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

За последние несколько десятилетий в отечественном и мировом производстве бумаги произошли серьезные изменения, связанные с переходом от кислой к слабо нейтральной среде в основных технологических процессах — массоподготовки и отлива. Снизилось использование минеральных коагулянтов, увеличилось использование синтетических органических флокулянтов-коагулянтов, значительно выросла доля использования вторичного волокна и полуфабрикатов высокого выхода при снижении использования целлюлозы, возросло использование всевозможных химических реагентов. Задача регулирования их дозировки и получения продукции со стабильными свойствами, общая экономия сырья и энергии, ужесточение экологического законодательства заставляют производителей бумаги пересматривать принятые методы анализа волокнистых полуфабрикатов и широко использовать дополнительные параметры, например, электрокинетические параметры бумажной массы [1].

В данной статье рассмотрим влияние показателя pH на электрокинетические характеристики бумажной массы, а также на такие технологические характеристики, как водоотдача и степень помола.

При проведении исследований были отобраны образцы промышленной (сорта 1/1, 1/2, 1/3) и бытовой (сорта 2/1, 2/2) макулатуры. Все испытания проведены на дистиллированной воде. Изменение pH массы, полученной из сортов макулатуры производили 4,5%-ным раствором соляной кис-

лота и 4,5%-ным раствором гидроксида натрия. В холостой пробе pH равен 8,0. Далее исследование было проведено на pH на шаг и два шага ниже, чем в холостой пробе и на шаг и два шага выше. Результаты приведены на рисунках 1–5.

Как показывают данные, представленные на рисунке 1 ζ -потенциал массы снижается при увеличении показателя pH. Причем для макулатуры 1/1, 1/2, 1/3 сортов ζ -потенциал имеет тенденцию к снижению до -30 мВ, а при исследовании 2/1, 2/2 сортов макулатуры — до -36 мВ. Следует отметить, что при переходе pH из кислой в нейтральную среду ζ -потенциал массы снижается несущественно, а при дальнейшем повышении pH, а, следовательно, переходе в слабо-щелочную среду ζ -потенциал массы, полученной из МС-5Б 1/1, 1/2, 1/3 снижается в 2 раза (с -12 мВ до -24 мВ), а МС-5Б 2/1, 2/2 в 3 раза (с -12 мВ до -36 мВ).

На рисунке 2 показана зависимость электропроводности массы, полученной из макулатуры 1/1, 1/2, 1/3, 2/1, 2/2 сорта от показателя pH. Приведенные данные свидетельствуют о следующих заключениях: самых низких значений электропроводность достигает при показателе pH равном 8,0. В целом электропроводность массы всех сортов макулатуры марки МС-5Б снижается при переходе из кислой среды в щелочную, достигая минимума, как отмечено выше, при pH равном 8,0 и далее снова начинает увеличиваться, но более равномерно, чем в кислой среде.

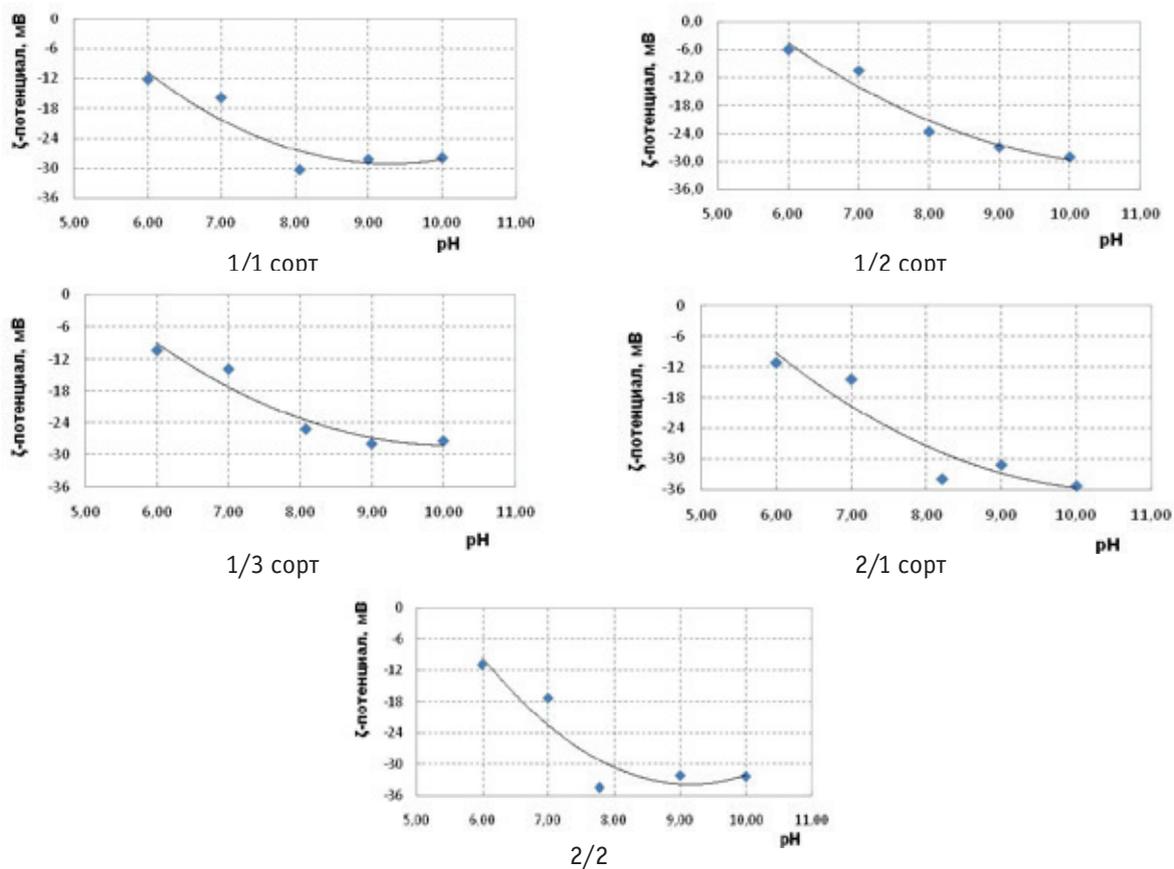


Рис. 1. Влияние изменения показателя pH на ζ-потенциал массы, полученной из макулатуры марки МС-5Б

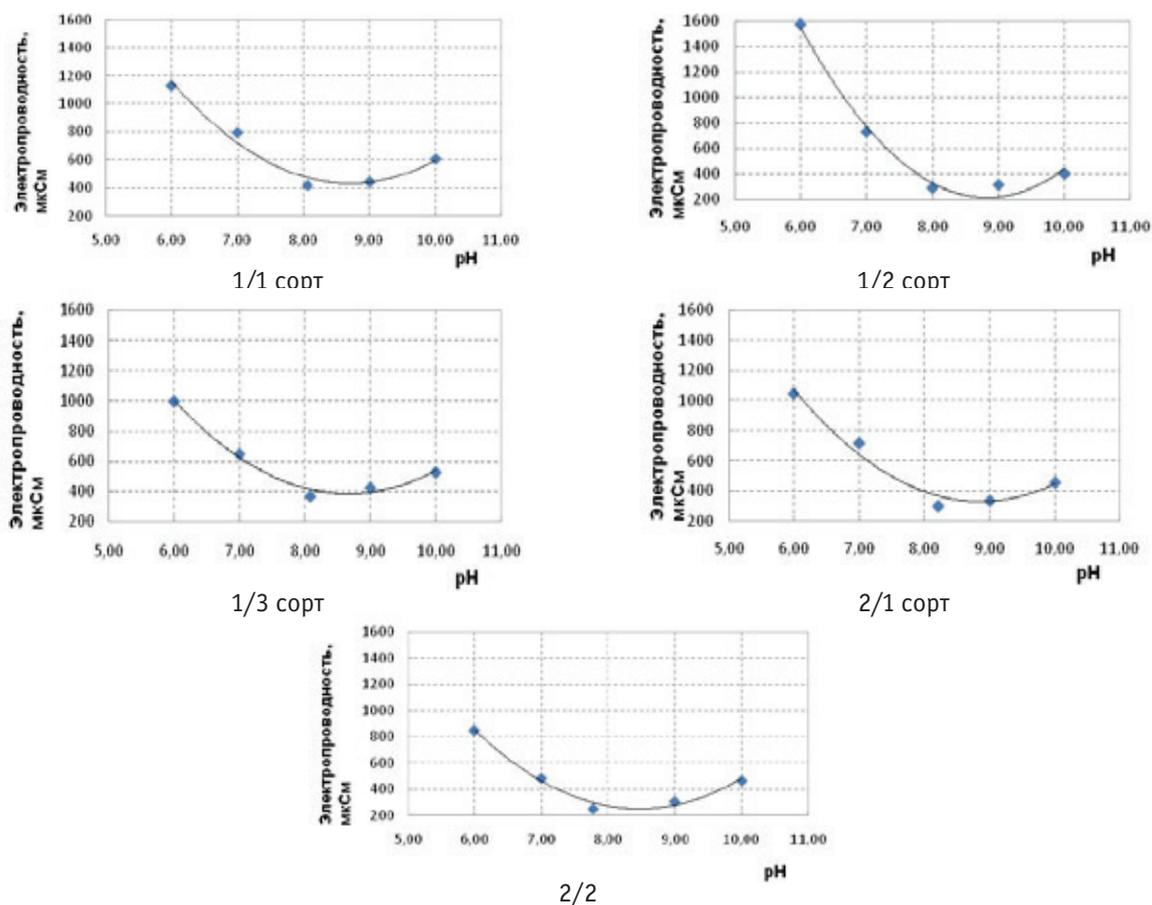


Рис. 2. Влияние изменения показателя pH на электропроводность массы, полученной из макулатуры марки МС-5Б

Касательно показателя катионной потребности фильтра- трата массы, полученного из сортов макулатуры марки МС-5Б следует заметить, что для сорта 1/1 1/3 этот по-

казатель увеличивается при увеличении рН. Для 1/2, 2/1 и 2/2 сортов колебания этого показателя в зависимости от рН не выходят за пределы интервала 150–250 мгСS/л.

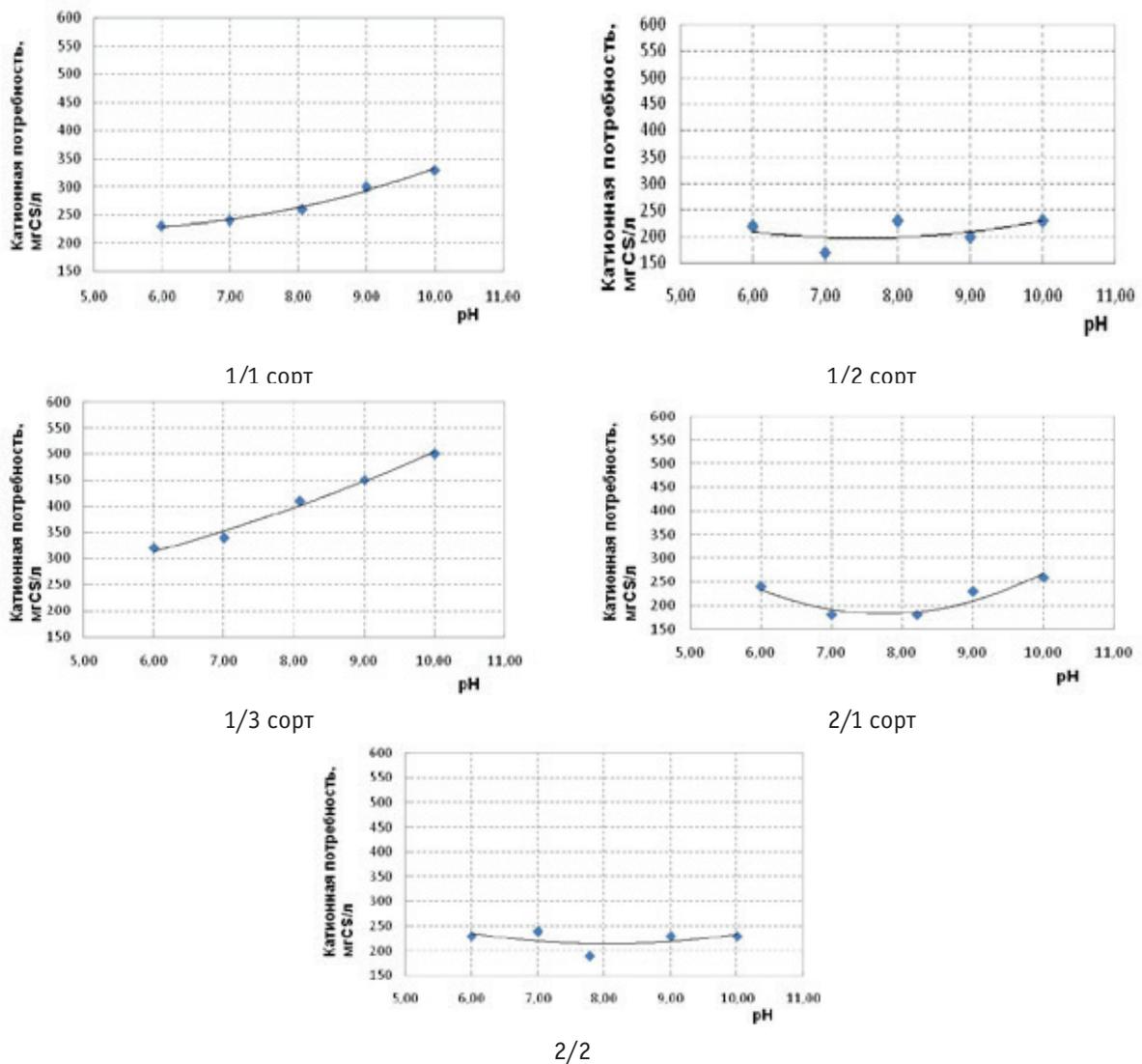
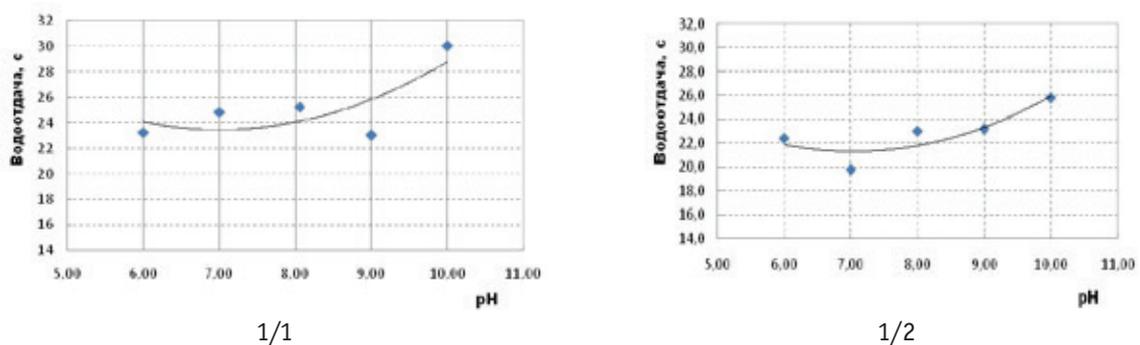


Рис. 3. Влияние изменения показателя рН на катионную потребность фильтра- трата массы, полученной из макулатуры марки МС-5Б

При рассмотрении зависимости водоотдачи массы от показателя рН (рисунок 4) следует отметить, что такие сорта макулатуры как 1/1 и 1/2, а также 1/3 и 2/1 имеют

одинаковые зависимости показателя водоотдачи массы от рН. Самыми высокими значениями этот показатель обладает при исследовании сорта 1/1. Самыми низкими зна-



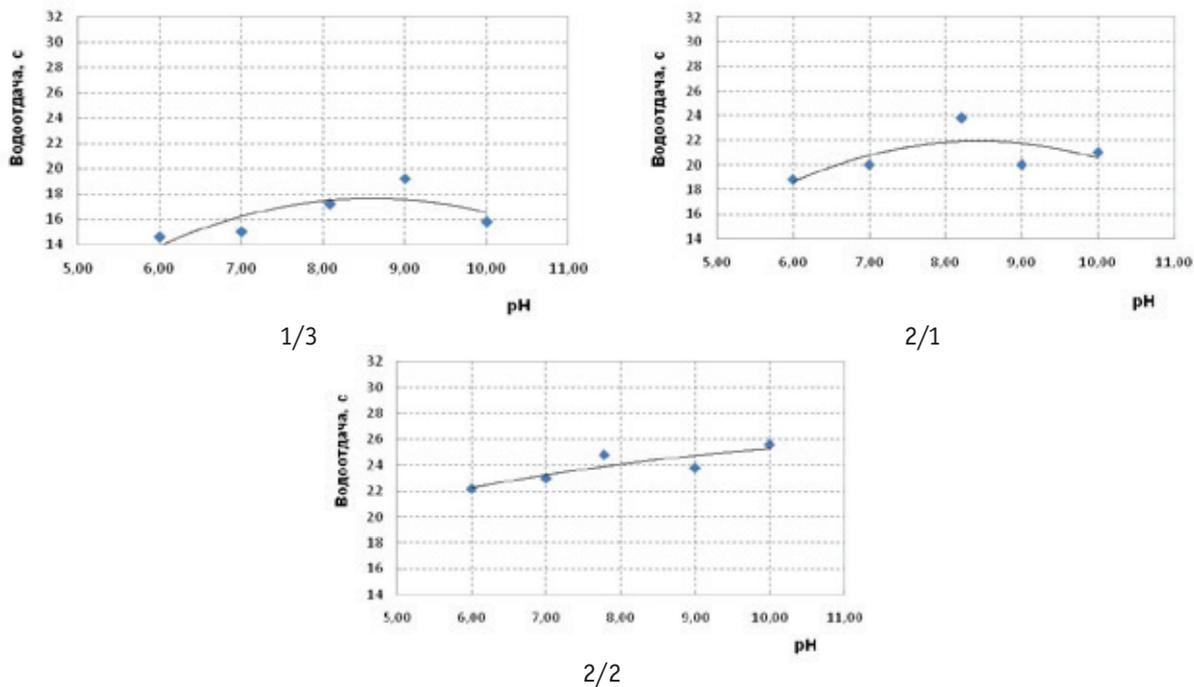


Рис. 4. Влияние изменения показателя pH на водоотдачу массы, полученной из макулатуры марки МС-5Б

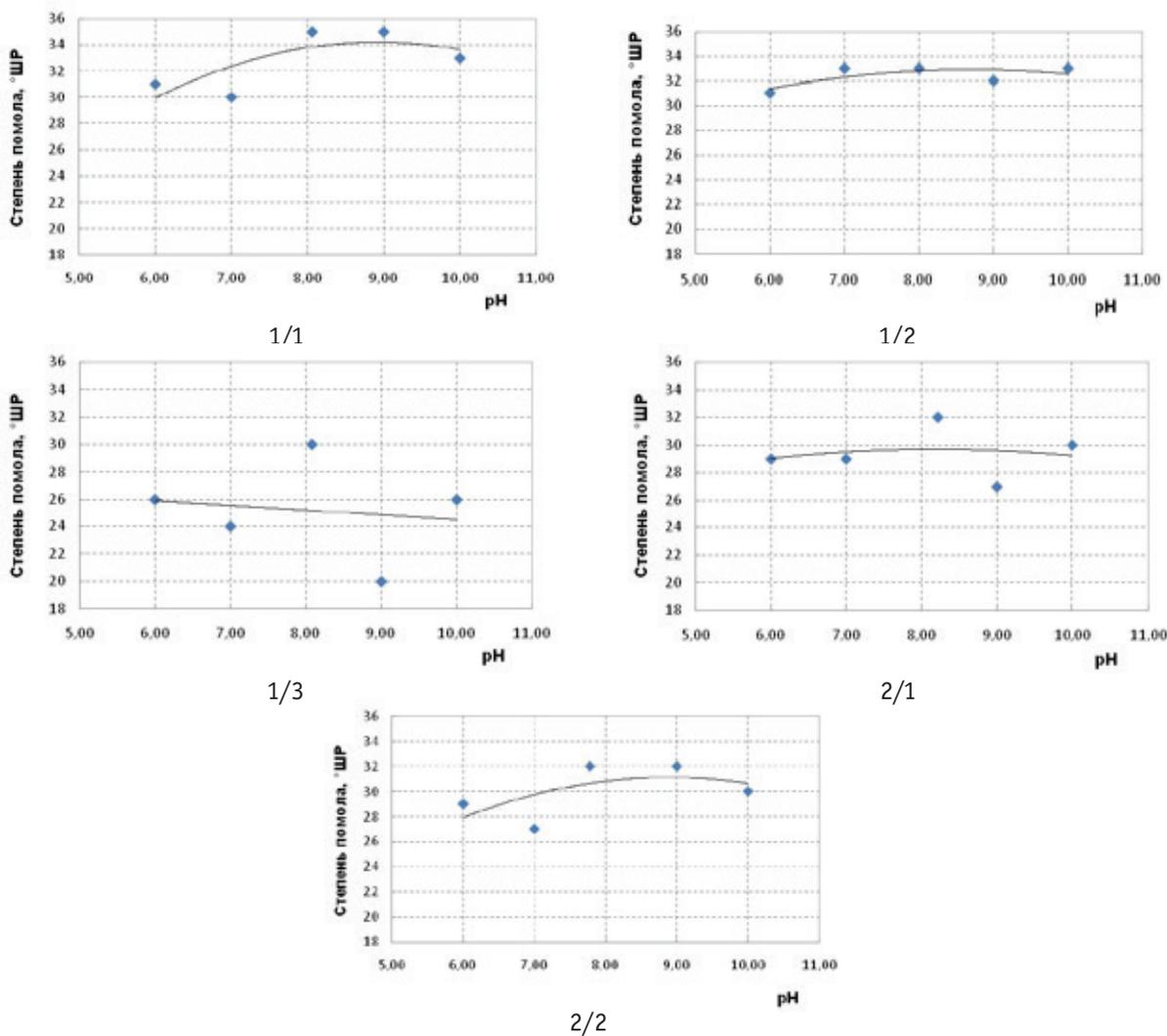


Рис. 5. Влияние изменения показателя pH на степень помола массы, полученной из макулатуры марки МС-5Б

чениями водоотдачи массы обладает сорт макулатуры 1/3. Для сорта 2/2 характерно постепенное увеличение водоотдачи массы при увеличении рН.

На рисунке 5 представлены полученные результаты при исследовании степени помола массы в зависимости от показателя рН. Следует отметить, что для сорта 1/1 степень помола массы колеблется в пределах 5°ШР. Причем резкое изменение происходит при переходе из кислой в слабощелочную среду. Для сорта 1/2, а также сортов бытовой макулатуры 2/1 и 2/2 колебания степени помола массы не выходят за пределы 4°ШР. Для сорта 1/3 зависимости степень помола от показателя рН не выявлено.

Выводы по результатам исследований:

1. ζ -потенциал бумажной массы снижается при увеличении рН. Это возможно связано с тем, что для увеличения рН использовалось сильное основание, добавление

которого привело к увеличению электропроводности, а, следовательно, и снижению ζ -потенциала массы.

2. Электропроводность бумажной массы всех сортов макулатуры снижается при переходе из кислой в нейтральную и затем в слабощелочную среду, достигая своего минимума при рН равном 8,0. Далее идет повышение электропроводности, но более равномерное, чем в кислой среде.

3. Катионная потребность фильтрата массы для сортов 1/1, 1/3 увеличивается с увеличением показателя рН. Для остальных сортов этот показатель не выходит за пределы интервала 150–250 мгСS/л.

4. Самыми высокими значениями водоотдачи массы обладает сорт макулатуры 1/1. Самыми низкими — 1/3.

5. Для показателя степени помола массы зависимость от рН не выявлена.

Литература:

1. Шабиев, Р. О., Смолин А. С. Анализ электрокинетических параметров бумажной массы: учебное пособие / СПб ГТУРП. — СПб, 2012. — 80 с.

Математическая модель композитного баллона, изготовленного непрерывной жгутовой намоткой

Исаева Виктория Геннадьевна, инженер;
Князев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, директор
ООО «МИП «Композитспецмаш» (Ростовская область, г. Новочеркасск)

В работе представлена модель композитного баллона давления изготавливаемого непрерывной жгутовой намоткой в виде системы дифференциальных уравнений, удобная для численного анализа, позволяющая получить конструкцию, образованную равнонапряженными нитями, уложенными вдоль геодезических линий на поверхности оправки.

Ключевые слова: композитный баллон давления, жгутовая намотка, геодезическая траектория, оптимальное армирование.

Рассмотрим композитный баллон давления в виде цилиндрической оболочки с днищами, выполненный методом намотки. Примем, что нить на днище совпадает с геодезической линией на поверхности (положение, которое нить стремится принять на гладкой поверхности при натяжении).

Под проектированием баллона давления будем понимать определение формы образующей баллона и схемы армирования баллона нитями. При этом оптимальным проектом является такой, который позволяет получить композитную конструкцию, образованную равнонапряженными нитями.

Как правило, при проектировании баллона давления в качестве исходных используют следующие данные (рис. 1):

- радиус оболочки на экваторе (a);
- радиус полюсного отверстия (r_0).

Для геодезической намотки угол намотки на экваторе определяется по формуле:

$$\phi_0 = \arcsin \frac{r_0}{a} \quad (1)$$

Принято [1, с.356; 2, с.54] искомую оптимальную форму образующей днища составлять из двух участков: участка от a до b и участка от b до r_0 . При этом на первом участке форма днища определяется уравнением

$$\operatorname{tg}^2 \phi(r) = 2 - \frac{rz'_r}{z'_r(1+(z'_r)^2)} \quad (2)$$

а на втором участке — уравнением

$$\operatorname{tg}^2 \phi(r) = \frac{2r^2}{r^2 - r_0^2} - \frac{rz''_r}{z'_r(1+(z'_r)^2)} \quad (3)$$

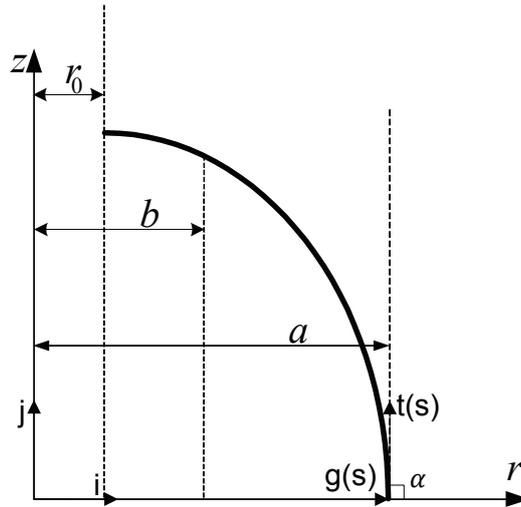


Рис. 1. — Профиль образующей днища: a — радиус оболочки на экваторе; b — максимальный радиус фланца; r_0 — радиус полюсного отверстия

где $\phi(r)$ — угол намотки.

Уравнения (2) и (3) обеспечивают связь между углом намотки и формой образующей днища баллона для получения геодезической схемы армирования и равнонапряженности нитей в композитной конструкции.

Очевидным способом получения расчетной схемы на основе уравнений (2) и (3) является составление системы дифференциальных уравнений относительно $\frac{dz}{dr}$ и $\frac{d^2z}{dr^2}$.

Однако, возникает трудность с заданием начальных условий для интегрирования такой системы, поскольку в начальной точке — точке a — значение производной $\frac{dz}{dr}$

равно бесконечности (рис. 1).

Получим систему дифференциальных уравнений используя натуральное уравнение плоской кривой [3, с.141]. Пусть $\mathbf{g} = \mathbf{g}(s)$ — плоская кривая, зависящая от натурального параметра S . Тогда можно записать:

$$\mathbf{g} = \mathbf{g}(s) = r(s)\mathbf{i} + z(s)\mathbf{j}, \quad S_0 \leq s \leq S.$$

Условимся отсчитывать S в положительном направлении, связанном с данной кривой. Произвольной остается только начальная точка отсчета.

Обозначим через $\alpha(s)$ угол, образованный единичным касательным вектором [3]

$$\mathbf{t}(s) = \mathbf{g}'(s) = r'(s)\mathbf{i} + z'(s)\mathbf{j}$$

с положительным направлением оси r .

Тогда справедливы следующие равенства:

$$\begin{cases} r'(s) = r'_s = \cos \alpha(s), \\ z'(s) = z'_s = \sin \alpha(s). \end{cases} \quad (4)$$

Найдем выражения для z'_r и z''_r , входящих в (1) и (2), с учетом последних равенств:

$$z'_r = z'_s \frac{1}{r'_s} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$z''_r = \frac{z''_s}{(r'_s)^2} - \frac{r''_s z'_s}{(r'_s)^3} = \frac{\alpha'_s}{\cos \alpha} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha).$$

Окончательно получим:

$$z'_r = \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

$$z''_r = \frac{\alpha'_s}{\cos \alpha} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha). \quad (6)$$

Подставляя (4) и (5) в (1) и выражая α'_s , получим:

$$\alpha'_s = \frac{(\operatorname{tg}^2 \phi(r) - 2) \sin \alpha}{r}. \quad (7)$$

Объединяя уравнения (4) и (7), получим следующую систему дифференциальных уравнений для определения профиля днища и закона изменения угла намотки при

$$r \in [a, b]:$$

$$\begin{cases} \frac{dz}{ds} = \sin \alpha; \\ \frac{d\alpha}{ds} = \frac{(\operatorname{tg}^2 \phi(r) - 2) \sin \alpha}{r}; \\ \frac{dr}{ds} = \cos \alpha. \end{cases} \quad (8)$$

В этой системе дифференциальных уравнений начальный угол α_0 нельзя выбирать произвольно, так как r является функцией α . Система (8) справедлива при

$$\alpha_0 = \frac{\pi}{2}.$$

Аналогичным образом может быть получена система дифференциальных уравнений при $r \in [b, r_0]$. Она имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{dz}{ds} = \sin \alpha; \\ \frac{d\alpha}{ds} = \frac{\left(\operatorname{tg}^2 \phi(r) - \frac{2r^2}{r^2 - r_0^2} \right) \sin \alpha}{r}; \\ \frac{dr}{ds} = \cos \alpha. \end{cases} \quad (9)$$

Решения систем (8) и (9) должны удовлетворять условиям сопряжения участков.

Результаты расчета профилей днищ представлены на рисунке 2, на котором профиль (1) соответствует радиусу на экваторе — 150 мм, радиусу полюсного отверстия — 20 мм, радиусу фланца (b1) — 24,5; профиль (2) соответствует радиусу на экваторе — 130, радиусу полюсного отверстия — 30, радиусу фланца (b2) — 36,75; профиль (3) соответствует радиусу на экваторе — 100, радиусу полюсного отверстия — 40, радиусу фланца (b3) — 49.

На рисунках 3, 4 и 5 представлены соответствующие трехмерные модели оболочек и их схемы армирования.

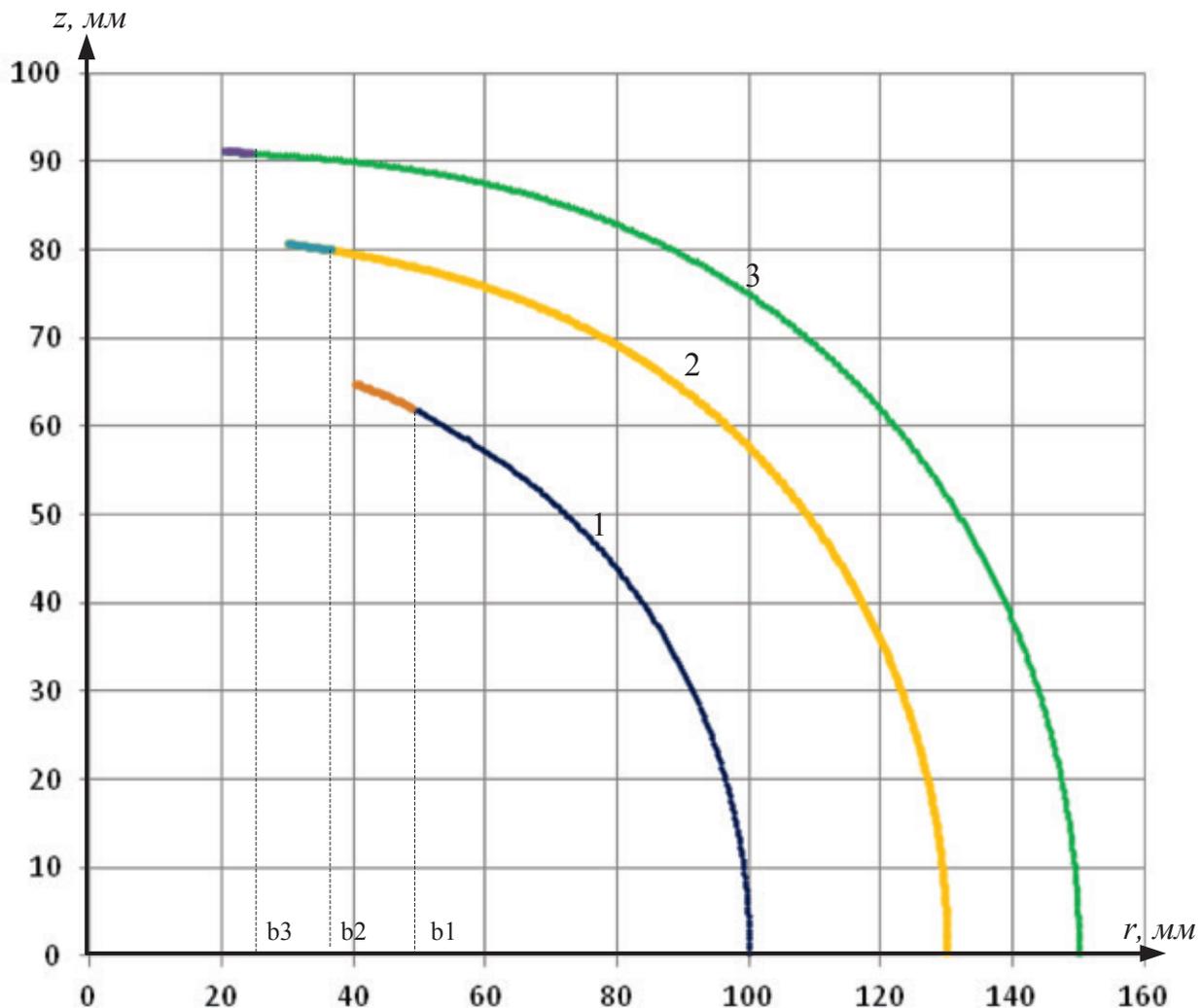


Рис. 2. Профили днищ

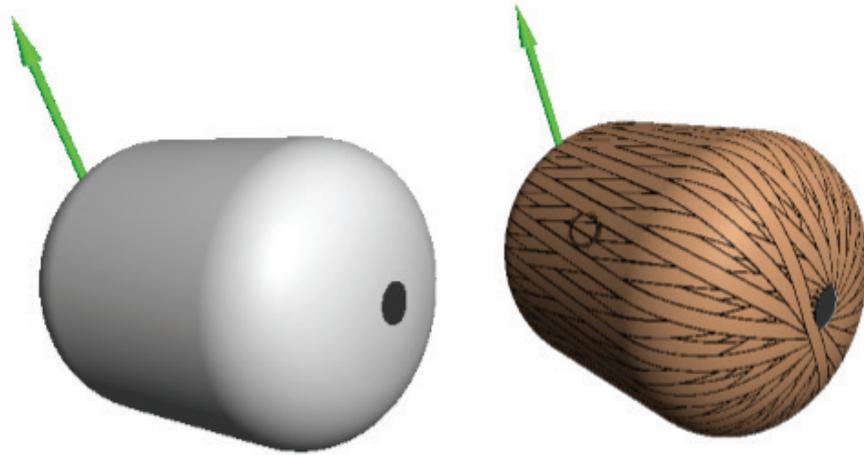


Рис. 3. Трёхмерная модель оправки и схема армирования для профиля (1)

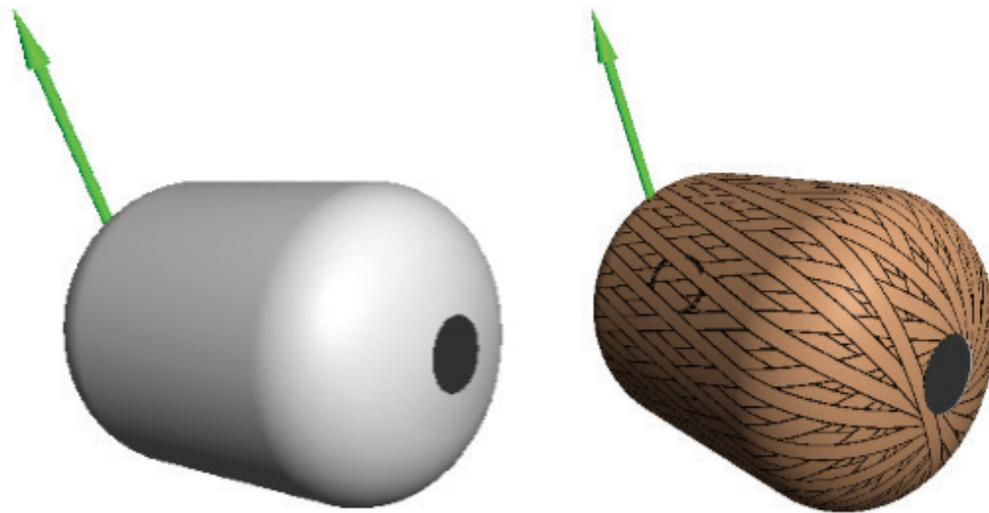


Рис. 4. Трёхмерная модель оправки и схема армирования для профиля (2)

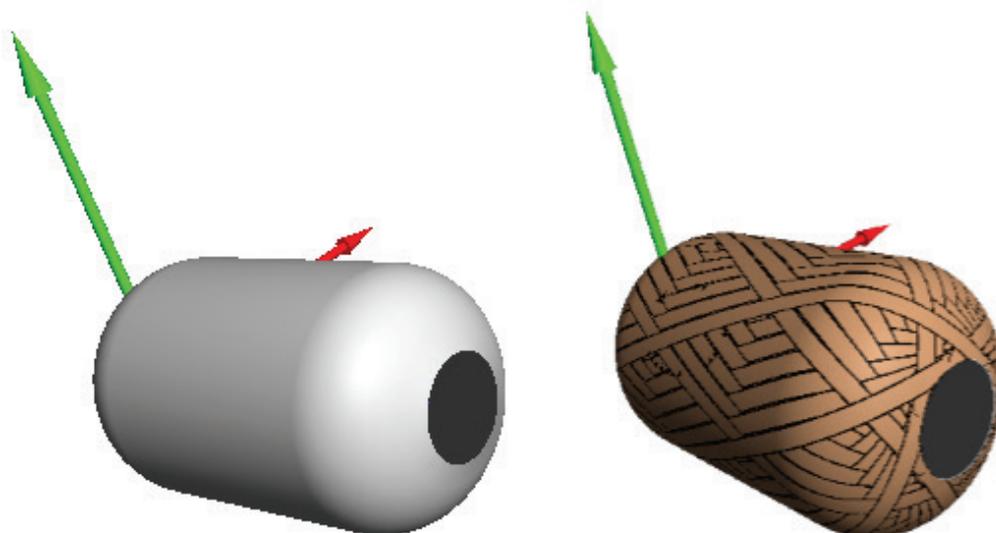


Рис. 5. Трёхмерная модель оправки и схема армирования для профиля (3)

Литература:

1. Композиционные материалы: Справочник. — М.: Машиностроение, 1990.
2. В. В. Васильев, И. Ф. Образцов, В. А. Бунаков — Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов методом намотки. — М., «Машиностроение», 1977.
3. П. К. Рашевский — Курс дифференциальной геометрии. Изд. 4-е, исправленное. — М.: Едиториал УРСС, 2003.

Построение линии пересечения двух цилиндров в параметрическом виде

Князев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, директор;
 Устинова Елена Сергеевна, инженер-программист
 ООО «МИП «Композитспецмаш» (Ростовская область, г. Новочеркасск)

Для производства методом намотки из композиционных материалов элементов трансформируемых конструкций типа тройник, имеющего геометрическую форму двух пересекающихся цилиндров (рис. 1), необходимо иметь математическую модель такого объекта. Важным элементом такой модели является уравнение линии пересечения цилиндров.

Параметрическое уравнение первого цилиндра (рис. 1) имеет вид:

$$\vec{r}_1(u_1, v_1) = \begin{bmatrix} R_1 \cos(v_1) \\ R_1 \sin(v_1) \\ u_1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где R_1 — радиус первого цилиндра.

Параметрическое уравнение второго цилиндра (рис. 1) имеет вид:

$$\vec{r}_2(u_2, v_2) = \begin{bmatrix} H_2 - u_2 \\ -R_2 \cos(v_2) \\ R_2 \sin(v_2) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix},$$

где R_2 — радиус второго цилиндра,

H_1 — высота первого цилиндра,

H_2 — высота второго цилиндра.

Для заданной конфигурации цилиндров зададим дополнительное условие, ограничивающее радиус второго цилиндра: $R_2 \leq R_1$.

Условие пересечения цилиндров выглядит следующим образом:

$$\vec{r}_1(u_1, v_1) = \vec{r}_2(u_2, v_2).$$

В развернутом виде:

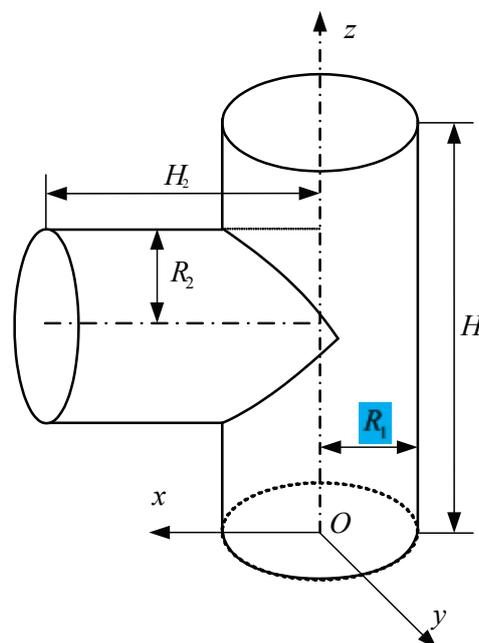


Рис. 1. Линия пересечения двух цилиндров

$$\begin{bmatrix} R_1 \cos(v_1) \\ R_1 \sin(v_1) \\ u_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_2 - u_2 \\ -R_2 \cos(v_2) \\ R_2 \sin(v_2) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Последняя система уравнений содержит три уравнения и четыре неизвестных величины: u_1, v_1, u_2, v_2 .

Введем для линии пересечения параметр t , то есть $\bar{r} = \bar{r}(t)$ — линия пересечения двух цилиндров.

Тогда:

$$\bar{r} = \bar{r}(u_1(t), v_1(t), u_2(t), v_2(t)). \quad (3)$$

Примем, что $v_2 = t$. Тогда (3) запишется следующим образом:

$$\bar{r} = \bar{r}(u_1(t), v_1(t), u_2(t), t).$$

Теперь, так как параметр t является задаваемой величиной, система (2) зависит от трех переменных: u_1, v_1, u_2 . С учетом этого перепишем систему (2) следующим образом:

$$\begin{bmatrix} R_1 \cos(v_1) \\ R_1 \sin(v_1) \\ u_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_2 - u_2 \\ -R_2 \cos(t) \\ R_2 \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Из третьего уравнения системы (4) имеем:

$$u_1 = R_2 \sin(t) + \frac{H_1}{2}. \quad (5)$$

Из второго уравнения системы (4) имеем:

$$\begin{aligned} R_1 \sin(v_1) &= -R_2 \cos(t) \Rightarrow \\ \Rightarrow \sin(v_1) &= \frac{-R_2 \cos(t)}{R_1} \Rightarrow \\ \Rightarrow v_1 &= \arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right). \end{aligned} \quad (6)$$

Подставив (5) и (6) в систему (1), получим систему уравнений для линии пересечения цилиндров:

$$\bar{r}(t) = \begin{bmatrix} R_1 \cos\left(\arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right)\right) \\ R_1 \sin\left(\arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right)\right) \\ R_2 \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Линия пересечения при значении радиусов цилиндров $R_2 < R_1$ представлена на рисунке 2.

Первое уравнение системы (7) дает положительные значения координаты X , что позволяем нам задать уравнения линии пересечения в положительном направлении оси X . Для получения уравнения линии пересечения в отрицательном направлении оси X необходимо получить отрицательные значения первого уравнения системы (7).

Воспользуемся тригонометрическими формулами приведения:

$$\begin{aligned} \cos(\pi - \varphi) &= -\cos(\varphi) \\ \sin(\pi - \varphi) &= \sin(\varphi) \end{aligned}$$

Параметр $v_1(t)$ принимает следующий вид:

$$v_1 = \pi - \arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right).$$

Уравнение для второй линии пересечения принимает вид:

$$\bar{r}(t) = \begin{bmatrix} R_1 \cos\left(\pi - \arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right)\right) \\ R_1 \sin\left(\pi - \arcsin\left(\frac{-R_2 \cos(t)}{R_1}\right)\right) \\ R_2 \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}.$$

Изображение второй линии пересечения представлено на рисунке 3.

Рассмотрим частный случай, в котором значения радиусов цилиндров равны $R_1 = R_2 = R$. Из второго уравнения системы (4), на основании известных тригонометрических формул приведения, получим:

$$\begin{aligned} R \sin(v_1) &= -R \cos(t) \Rightarrow \\ \Rightarrow \sin(v_1) &= -\cos(t) \Rightarrow \\ \Rightarrow v_1 &= \frac{3\pi}{2} + t. \end{aligned} \quad (8)$$

Из третьего уравнения системы (4) имеем:

$$u_1 = R \sin(t) + \frac{H_1}{2}. \quad (9)$$

Подставив (8) и (9) в систему (1), получим уравнение линии пересечения цилиндров (уравнение первого эллипса) равного радиуса:

$$\bar{r}(t) = \begin{bmatrix} R \cos\left(\frac{3\pi}{2} + t\right) \\ R \sin\left(\frac{3\pi}{2} + t\right) \\ R \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \sin(t) \\ -R \cos(t) \\ R \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}. \quad (10)$$

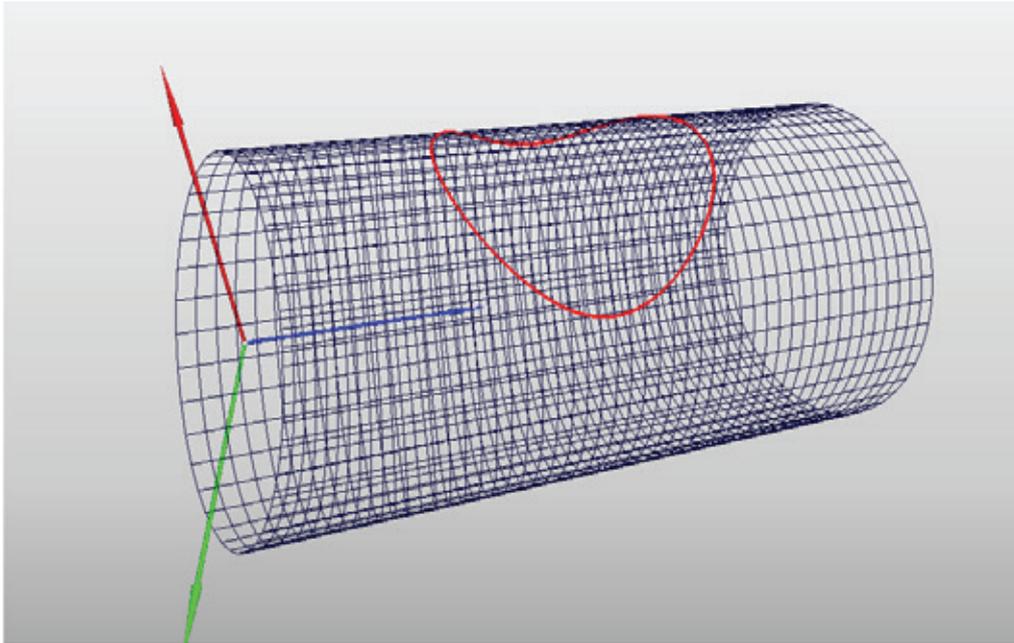


Рис. 2. Линия пересечения цилиндров разного радиуса

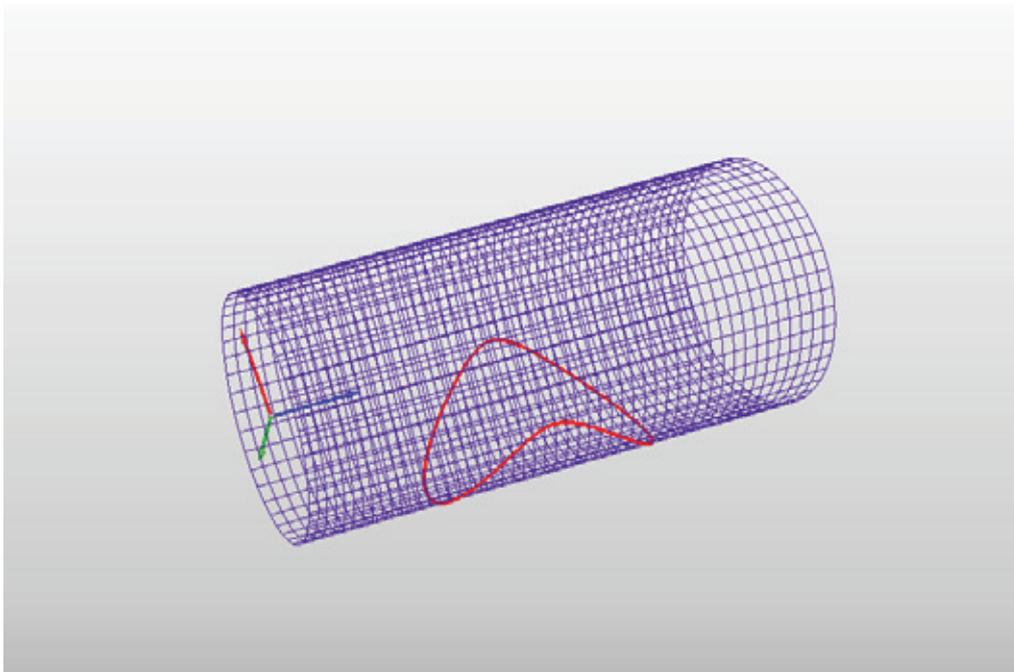


Рис. 3. Вторая линия пересечения

Выражение для v_1 :

$$\Rightarrow v_1 = \frac{3\pi}{2} - t, \tag{11}$$

также является верным, так как с его помощью можно выразить уравнение второго эллипса, по которому пересекаются цилиндры, подставив (9) и (11) в систему (1). Уравнение второй линии пересечения имеет вид:

$$\vec{r}(t) = \begin{bmatrix} R \cos\left(\frac{3\pi}{2} - t\right) \\ R \sin\left(\frac{3\pi}{2} - t\right) \\ R \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R \sin(t) \\ -R \cos(t) \\ R \sin(t) + \frac{H_1}{2} \end{bmatrix}. \tag{12}$$

Системы уравнений (10) и (12) определяют эллипсы пересечения цилиндров. Для удобства рассмотрения выделим линии пересечения в положительном и отрицательном направлении оси X через переопределение v_1 на

интервалах $[0, \pi]$ и $[\pi, 2\pi]$:

$$\begin{cases} v_1 = t - \frac{\pi}{2}, & t = 0 \dots \pi \\ v_1 = \frac{3\pi}{2} - t, & t = \pi \dots 2\pi \end{cases} ; \quad (13)$$

$$\begin{cases} v_1 = \frac{3\pi}{2} - t, & t = 0 \dots \pi \\ v_1 = t - \frac{\pi}{2}, & t = \pi \dots 2\pi \end{cases} . \quad (14)$$

Используя для определения v_1 систему (13), можно получить линию пересечения цилиндров равного радиуса в положительном направлении оси X , а используя систему (14) — в отрицательном.

Линия пересечения цилиндров равного радиуса в положительном направлении оси X представлена на рисунке 4.

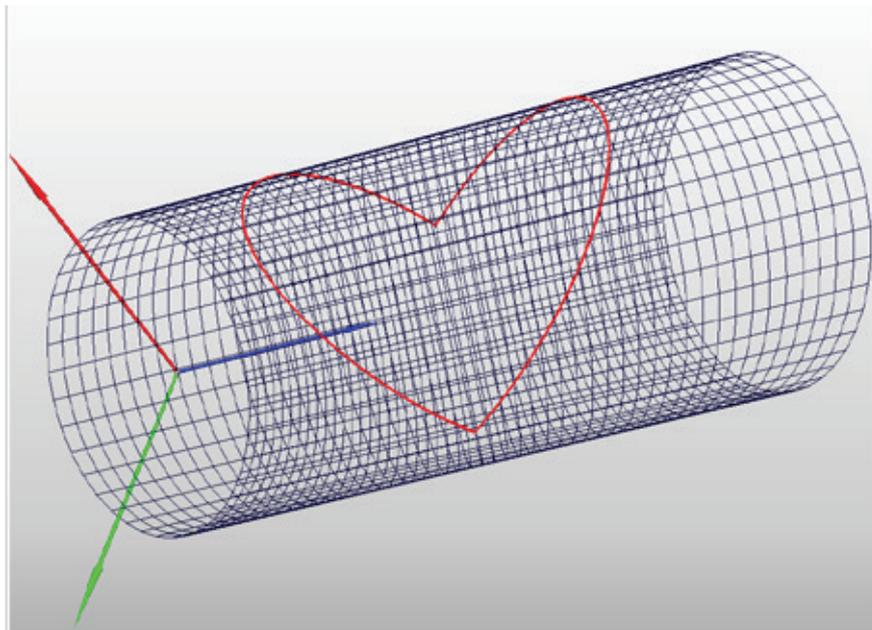


Рис. 4. Линия пересечения цилиндров равного радиуса

Интерполяция сплайнами 7-го порядка с дефектом 4

Маринин Владимир Иванович, кандидат технических наук, директор ООО «НПП «ВИУС» (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

Князев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, директор; Субботина Екатерина Александровна, инженер ООО «МИП «КОМПОЗИТСПЕЦМАШ» (г. Новочеркасск, Ростовская обл.)

Пусть на плоскости OXY даны n опорных точек $[y_i, x_i]$, $i = 1, 2, \dots, n$, интерполирующая функция $y(x)$ удовлетворяет следующей системе уравнений

$$\begin{cases} y'_{1i} = y_{2i}, \\ y'_{2i} = y_{3i}, \\ y'_{3i} = y_{4i}, \\ y'_{4i} = u_{1i} + u_{2i}x + u_{3i}x^2 + u_{4i}x^3. \end{cases} \quad (1)$$

Начальные условия для интегрирования имеют вид

$$\begin{cases} y_1(0) = p_1, \\ y_2(0) = q_1, \\ y_3(0) = r_1, \\ y_4(0) = m_1. \end{cases}$$

При этом y_1 является описанием интерполирующей функции, y_2, y_3, y_4 - соответственно описаниями первой, второй и третьей производных функции; $u_{1i}, u_{2i}, u_{3i}, u_{4i}$ - коэффициенты сплайна, которые необходимо определить. Решая систему (1), получаем окончательное описание функции и первых трех производных:

$$\begin{cases} y_{1i} = \frac{1}{24}u_{1i}x^4 + \frac{1}{120}u_{2i}x^5 + \frac{1}{360}u_{3i}x^6 + \frac{1}{840}u_{4i}x^7 + \frac{1}{6}m_i x^3 + \frac{1}{2}r_i x^2 + q_i x + p_i, \\ y_{2i} = \frac{1}{6}u_{1i}x^3 + \frac{1}{24}u_{2i}x^4 + \frac{1}{60}u_{3i}x^5 + \frac{1}{120}u_{4i}x^6 + \frac{1}{2}m_i x^2 + r_i x + q_i, \\ y_{3i} = \frac{1}{2}u_{1i}x^2 + \frac{1}{6}u_{2i}x^3 + \frac{1}{12}u_{3i}x^4 + \frac{1}{20}u_{4i}x^5 + m_i x + r_i, \\ y_{4i} = u_{1i}x + \frac{1}{2}u_{2i}x^2 + \frac{1}{3}u_{3i}x^3 + \frac{1}{4}u_{4i}x^4 + m_i. \end{cases} \quad (2)$$

Рассмотрим интерполирующую функцию на отрезке $[x_i, x_{i+2}]$ (рис. 1).

Обозначим p_1, q_1, r_1, m_1 значения интерполирующей функции и первых трех ее производных на левом конце элементарного отрезка интерполяции, а $p_2, q_2, r_2, m_2, p_3, q_3, r_3, m_3$ — соответствующие значения в средней точке и на правом конце этого отрезка. Обозначим также $h_i = x_{i+1} - x_i$; $h_1 = x_{i+1} - x_i$, $h_2 = x_{i+2} - x_{i+1}$.

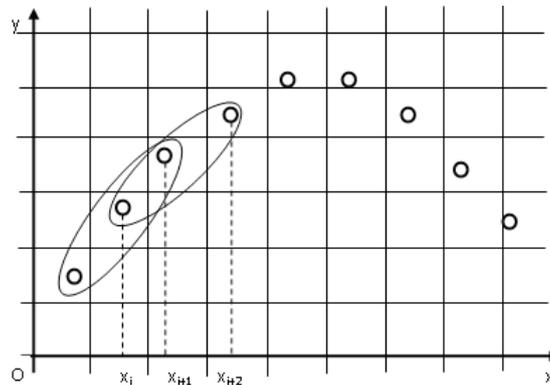


Рис. 1. Разбиение исходных точек на отрезки

Тогда для описанных условий система (2) для второй точки примет вид:

$$\begin{cases} p_2 = \frac{1}{24}u_{11}h_1^4 + \frac{1}{120}u_{21}h_1^5 + \frac{1}{360}u_{31}h_1^6 + \frac{1}{840}u_{41}h_1^7 + \frac{1}{6}m_1 h_1^3 + \frac{1}{2}r_1 h_1^2 + q_1 h_1 + p_1, \\ q_2 = \frac{1}{6}u_{11}h_1^3 + \frac{1}{24}u_{21}h_1^4 + \frac{1}{60}u_{31}h_1^5 + \frac{1}{120}u_{41}h_1^6 + \frac{1}{2}m_1 h_1^2 + r_1 h_1 + q_1, \\ r_2 = \frac{1}{2}u_{11}h_1^2 + \frac{1}{6}u_{21}h_1^3 + \frac{1}{12}u_{31}h_1^4 + \frac{1}{20}u_{41}h_1^5 + m_1 h_1 + r_1, \\ m_2 = u_{11}h_1 + \frac{1}{2}u_{21}h_1^2 + \frac{1}{3}u_{31}h_1^3 + \frac{1}{4}u_{41}h_1^4 + m_1. \end{cases}$$

А для третьей точки вид:

$$\begin{cases} p_3 = \frac{1}{24}u_{12}h_2^4 + \frac{1}{120}u_{22}h_2^5 + \frac{1}{360}u_{32}h_2^6 + \frac{1}{840}u_{42}h_2^7 + \frac{1}{6}m_2h_2^3 + \frac{1}{2}r_2h_2^2 + q_2h_{21} + p_2, \\ q_3 = \frac{1}{6}u_{12}h_2^3 + \frac{1}{24}u_{22}h_2^4 + \frac{1}{60}u_{32}h_2^5 + \frac{1}{120}u_{42}h_2^6 + \frac{1}{2}m_2h_2^2 + r_2h_2 + q_2, \\ r_3 = \frac{1}{2}u_{12}h_2^2 + \frac{1}{6}u_{22}h_2^3 + \frac{1}{12}u_{32}h_2^4 + \frac{1}{20}u_{42}h_2^5 + m_2h_2 + r_2, \\ m_3 = u_{12}h_2 + \frac{1}{2}u_{22}h_2^2 + \frac{1}{3}u_{32}h_2^3 + \frac{1}{4}u_{42}h_2^4 + m_2. \end{cases}$$

Система (2) в матричной форме $\mathbf{AU} + \mathbf{BY}_0 = \mathbf{Y}_1$,

$$\text{где } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \frac{1}{24}h_i^4 & \frac{1}{120}h_i^5 & \frac{1}{360}h_i^6 & \frac{1}{840}h_i^7 \\ \frac{1}{6}h_i^3 & \frac{1}{24}h_i^4 & \frac{1}{60}h_i^5 & \frac{1}{120}h_i^6 \\ \frac{1}{2}h_i^2 & \frac{1}{6}h_i^3 & \frac{1}{12}h_i^4 & \frac{1}{20}h_i^5 \\ h_i & \frac{1}{2}h_i^2 & \frac{1}{3}h_i^3 & \frac{1}{4}h_i^4 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \frac{1}{6}h_i^3 & \frac{1}{2}h_i^2 & h_i & 1 \\ \frac{1}{2}h_i^2 & h_i & 1 & 0 \\ h_i & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} u_{1i} \\ u_{2i} \\ u_{3i} \\ u_{4i} \end{bmatrix}; \quad \mathbf{Y}_0 = \begin{bmatrix} m_i \\ r_i \\ q_i \\ p_i \end{bmatrix}; \quad \mathbf{Y}_1 = \begin{bmatrix} p_{i+1} \\ q_{i+1} \\ r_{i+1} \\ m_{i+1} \end{bmatrix}.$$

Решение системы имеет вид:

$$\mathbf{U} = \mathbf{A}^{-1}[\mathbf{Y}_1 - \mathbf{BY}_0].$$

Получим

$$\begin{cases} u_{1i} = \frac{4(4h_i^3m_i + h_i^3m_{i+1} + 210(p_i - p_{i+1}) + 120h_iq_i + 90h_iq_{i+1} + 30h_i^2r_i - 15h_i^2r_{i+1})}{h_i^4}, \\ u_{2i} = \frac{60(2h_i^3m_i + h_i^3m_{i+1} + 168(p_i - p_{i+1}) + 90h_iq_i + 78h_iq_{i+1} + 20h_i^2r_i - 14h_i^2r_{i+1})}{h_i^5}, \\ u_{3i} = -\frac{60(4h_i^3m_i + 3h_i^3m_{i+1} + 420(p_i - p_{i+1}) + 216h_iq_i + 204h_iq_{i+1} + 45h_i^2r_i - 39h_i^2r_{i+1})}{h_i^6}, \\ u_{4i} = \frac{140(h_i^3m_i + h_i^3m_{i+1} + 120(p_i - p_{i+1}) + 60h_i(q_i + q_{i+1}) + 12h_i^2(r_i - r_{i+1}))}{h_i^7}. \end{cases}$$

Выразим коэффициенты u_{ij} ($i=1,2,3,4$; $j=1,2$) через значения сплайна и его первых двух производных в граничных точках участков

При этом $h_1 = x_{i+1} - x_i$, $h_2 = x_{i+2} - x_{i+1}$.

$$\left\{ \begin{aligned} u_{11} &= -\frac{4(4h_1^3 m_i + h_1^3 m_{i+1} + 210(p_i - p_{i+1}) + 120h_1 q_i + 90h_1 q_{i+1} + 30h_1^2 r_i - 15h_1^2 r_{i+1})}{h_1^4}, \\ u_{21} &= \frac{60(2h_1^3 m_i + h_1^3 m_{i+1} + 168(p_i - p_{i+1}) + 90h_1 q_i + 78h_1 q_{i+1} + 20h_1^2 r_i - 14h_1^2 r_{i+1})}{h_1^5}, \\ u_{31} &= -\frac{60(4h_1^3 m_i + 3h_1^3 m_{i+1} + 420(p_i - p_{i+1}) + 216h_1 q_i + 204h_1 q_{i+1} + 45h_1^2 r_i - 39h_1^2 r_{i+1})}{h_1^6}, \\ u_{41} &= \frac{140(h_1^3 m_i + h_1^3 m_{i+1} + 120(p_i - p_{i+1}) + 60h_1(q_i + q_{i+1}) + 12h_1^2(r_i - r_{i+1}))}{h_1^7}. \end{aligned} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{aligned} u_{12} &= -\frac{4(4h_2^3 m_{i+1} + h_2^3 m_{i+2} + 210(p_{i+1} - p_{i+2}) + 120h_2 q_{i+1} + 90h_2 q_{i+2} + 30h_2^2 r_{i+1} - 15h_2^2 r_{i+2})}{h_2^4}, \\ u_{22} &= \frac{60(2h_2^3 m_{i+1} + h_2^3 m_{i+2} + 168(p_{i+1} - p_{i+2}) + 90h_2 q_{i+1} + 78h_2 q_{i+2} + 20h_2^2 r_{i+1} - 14h_2^2 r_{i+2})}{h_2^5}, \\ u_{32} &= -\frac{60(4h_2^3 m_{i+1} + 3h_2^3 m_{i+2} + 420(p_{i+1} - p_{i+2}) + 216h_2 q_{i+1} + 204h_2 q_{i+2} + 45h_2^2 r_{i+1} - 39h_2^2 r_{i+2})}{h_2^6}, \\ u_{42} &= \frac{140(h_2^3 m_{i+1} + h_2^3 m_{i+2} + 120(p_{i+1} - p_{i+2}) + 60h_2(q_{i+1} + q_{i+2}) + 12h_2^2(r_{i+1} - r_{i+2}))}{h_2^7}. \end{aligned} \right. \quad (4)$$

В качестве минимизируемой целевой функции будем использовать суммарный квадрат третьей производной, т. е. формально задача оптимизации имеет вид:

$$\left(\sum_{i=1}^n L_i \right) \rightarrow \min,$$

где n — количество элементарных отрезков интерполяции;

L_i - значение целевой функции (оценка кручения) на элементарном интервале интерполяции, определяемое по формуле:

$$L = \int_{x_i}^{x_{i+2}} (y'''(x))^2 dx = \int_{x_i}^{x_{i+1}} (y_1'''(x))^2 dx + \int_{x_{i+1}}^{x_{i+2}} (y_2'''(x))^2 dx,$$

С учетом системы (2), получим:

$$\begin{aligned} L &= \int_{x_i}^{x_{i+1}} \left[u_{11}x + \frac{1}{2}u_{21}x^2 + \frac{1}{3}u_{31}x^3 + \frac{1}{4}u_{41}x^4 + m_1 \right]^2 dx + \\ &+ \int_{x_{i+1}}^{x_{i+2}} \left[u_{11}x + \frac{1}{2}u_{22}x^2 + \frac{1}{3}u_{32}x^3 + \frac{1}{4}u_{42}x^4 + m_2 \right]^2 dx \end{aligned} \quad (5)$$

Запишем выражение (5) в функциональной форме:

$$L = f(p_i, q_i, r_i, m_i, p_{i+1}, q_{i+1}, r_{i+1}, m_{i+1}, p_{i+2}, q_{i+2}, r_{i+2}, m_{i+2}, h_1, h_2).$$

Для определения $q_{i+1}, r_{i+1}, m_{i+1}$, возьмем частные производные от L по переменным $q_{i+1}, r_{i+1}, m_{i+1}$ и приравняем их к нулю:

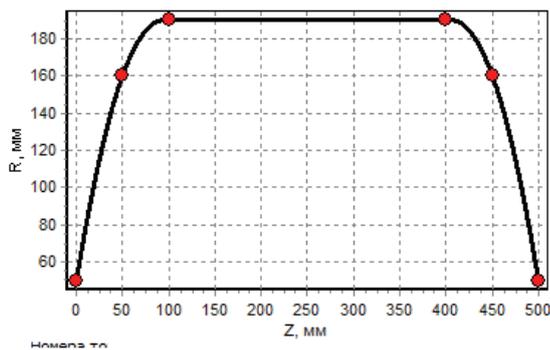
$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial q_{i+1}} = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial r_{i+1}} = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial m_{i+1}} = 0. \end{cases}$$

Решая данную систему, получим:

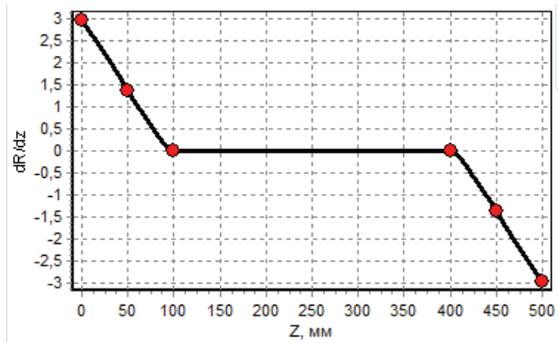
$$\begin{aligned} q_{i+1} &= -\frac{50h_2^2(2h_1+h_2)}{19h_1(h_1+h_2)^3}p_i - \frac{50(h_1-h_2)}{19h_1h_2}p_{i+1} + \frac{50h_1^2(h_1+2h_2)}{19h_2(h_1+h_2)^3}p_{i+2} - \frac{h_2^2(43h_1+31h_2)}{19(h_1+h_2)^3}q_i - \\ &- \frac{h_1^2(31h_1+43h_2)}{19(h_1+h_2)^3}q_{i+2} - \frac{h_1h_2^2(13h_1+12h_2)}{38(h_1+h_2)^3}r_i + \frac{h_1^2h_2(12h_1+13h_2)}{38(h_1+h_2)^3}r_{i+2} - \frac{h_1^2h_2^2}{76(h_1+h_2)^2}m_i - \\ &- \frac{h_1^2h_2^2}{76(h_1+h_2)^2}m_{i+2}. \\ r_{i+1} &= \frac{h_2(543h_1^2+61h_1h_2-72h_2^2)}{19h_1^2(h_1+h_2)^3}p_i + \frac{72h_1^2-277h_1h_2+72h_2^2}{19h_1^2h_2^2}p_{i+1} + \frac{h_1(-72h_1^2+61h_1h_2+543h_2^2)}{19h_2^2(h_1+h_2)^3}p_{i+2} + \\ &+ \frac{h_2(1157h_1^2+305h_1h_2-360h_2^2)}{95h_1(h_1+h_2)^3}q_i + \frac{h_1(360h_1^2-305h_1h_2-1157h_2^2)}{95h_2(h_1+h_2)^3}q_{i+2} + \\ &+ \frac{h_2(685h_1^2+263h_1h_2-340h_2^2)}{380(h_1+h_2)^3}r_i + \frac{h_1(-340h_1^2+263h_1h_2+685h_2^2)}{380(h_1+h_2)^3}r_{i+2} + \frac{h_1h_2(71h_1-52h_2)}{1140(h_1+h_2)^2}m_i + \\ &+ \frac{h_1h_2(52h_1-71h_2)}{1140(h_1+h_2)^2}m_{i+2}. \\ m_{i+1} &= \frac{15(-133h_1^2+174h_1h_2+87h_2^2)}{38h_1^2(h_1+h_2)^3}p_i + \frac{1305(h_1-h_2)}{38h_1^2h_2^2}p_{i+1} + \frac{15(-87h_1^2-174h_1h_2+133h_2^2)}{38h_2^2(h_1+h_2)^3}p_{i+2} + \\ &+ \frac{3(435h_2^2+452h_1h_2-247h_1^2)}{38h_1(h_1+h_2)^3}q_i + \frac{3(435h_1^2+452h_1h_2-247h_2^2)}{38h_2(h_1+h_2)^3}q_{i+2} + \frac{3(-95h_1^2+382h_1h_2+433h_2^2)}{152(h_1+h_2)^3}r_i - \\ &- \frac{3(433h_1^2+382h_1h_2-95h_2^2)}{152(h_1+h_2)^3}r_{i+2} + \frac{h_1(19h_1+85h_2)}{152(h_1+h_2)^3}m_i + \frac{h_2(85h_1+19h_2)}{152(h_1+h_2)^2}m_{i+2}. \end{aligned}$$

Подставляя полученные выражения в формулы (3) и (4) получим коэффициенты сплайна на отрезках $[x_i, x_{i+1}]$, $[x_{i+1}, x_{i+2}]$.

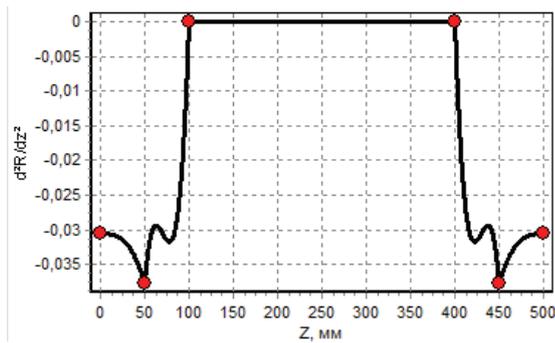
Результаты интерполяции исходных точек (образующая баллона наматывания) сплайнами 5 и 7 порядка представлены на рисунках 2 и 3. Из графиков видно, что сплайны 7-го порядка обеспечивают непрерывность третьей производной. Кроме того, сплайны 7-го порядка позволяют задавать значения как первых и вторых, так и третьих производных.



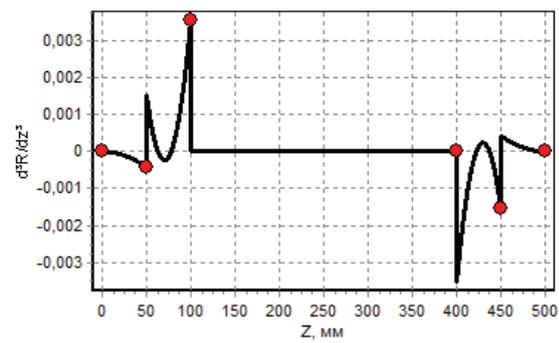
а) график функции



б) график первой производной

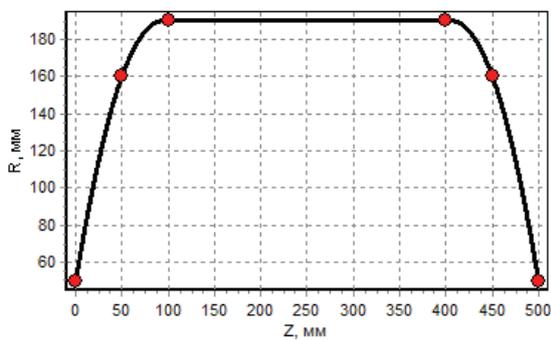


в) график второй производной

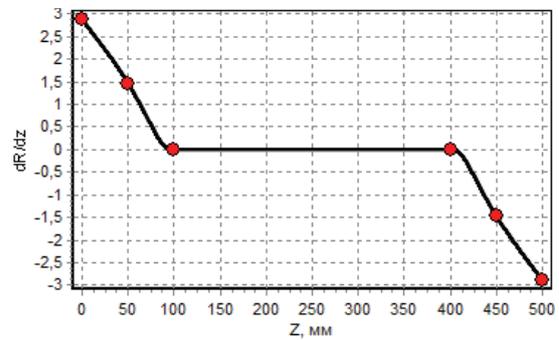


г) график третьей производной

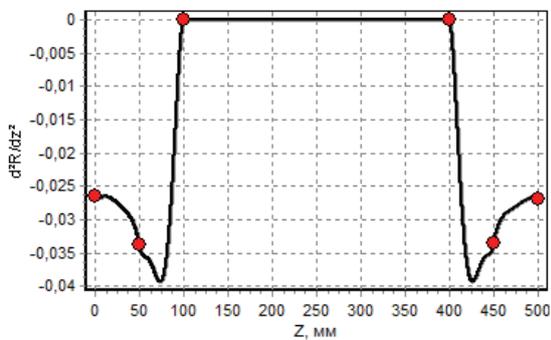
Рис. 2. Графики для баллона, построенного сплайном 5-го порядка



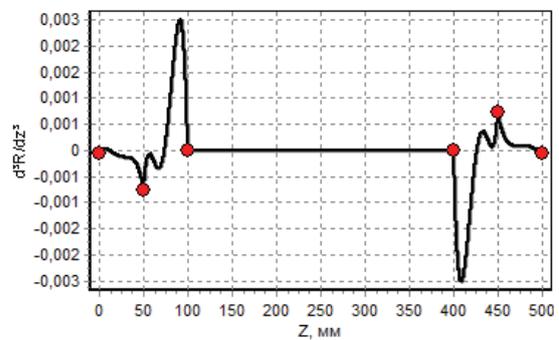
а) график функции



б) график первой производной



в) график второй производной



г) график третьей производной

Рис. 3. Графики для баллона, построенного сплайном 7-го порядка

Литература:

1. Маринин, В.И., Князев Д.Н. Интерполяция с использованием сплайнов пятого порядка. // Изв. вузов. Сев.—Кавк. регион. Техн. науки. Спецвыпуск, — 2002.

2. Маринин, В. И., Князев Д. Н. Использование сплайнов пятого порядка при построении образующих поверхностей вращения // Материалы Междунар. науч. — практ. конф. «Методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике». Ч. 4. Новочеркасск, 2001.

Учет нормального давления при расчете горизонтальных пластовых дренажей из волокнистых полимерных материалов грунтовых плотин горнодобывающих предприятий на водонепроницаемом основании

Нижегородцев Евгений Иванович, аспирант
Забайкальский государственный университет (г. Чита)

В данной статье представлена методика расчета пластовых дренажей на основе волокнистых полимерных материалов в теле грунтового гидротехнического сооружения горнодобывающего предприятия (плотины, дамбы) с учетом действующего нормального давления, возникающего от собственного веса конструкции.

Ключевые слова: плотина, дамба, дренаж, фильтрация, волокнистый полимерный материал, геотекстиль.

Волокнистые полимерные материалы, в настоящее время, широко применяются при создании дренажных систем подпорных грунтовых плотин и дамб. Существует ряд дренажных конструкций с применением таких материалов, в том числе подтвержденные патентами. Однако, до настоящего момента, нет единой выработанной методики расчета таких дренажей в зависимости от реальных условий. Далее предложена система расчета, позволяющая учесть влияние нормального давления на конструкцию пластового дренажа из геотекстильных материалов.

При расчете дренажа воспользуемся математической моделью, предложенной профессором В. М. Герасимовым [1], для грунтовых плотин на водонепроницаемом основании, в основе, которой лежит гидравлический метод эквивалентного профиля.

На первом этапе необходимо произвести фильтрационный расчет плотины, для этого рассчитаем удельный расход воды через тело плотины q :

$$q = K_{\phi} \cdot a_0 \cdot \sin \beta \cdot \left(1 + \ln \frac{a_0 + h_0}{a_0}\right) \quad (1)$$

где K_{ϕ} коэффициент фильтрации грунта тела плотины;
 h_0 — превышение нижнего бьефа над основанием;
 a_0 — превышение точки выхода кривой депрессии над уровнем h_0 , определяется по формуле Е. А. Замарина [6]:

$$a_0 = \frac{S_1}{m_1} - \sqrt{\left(\frac{S_1}{m_1}\right)^2 - (H - h_0)^2} \quad (2)$$

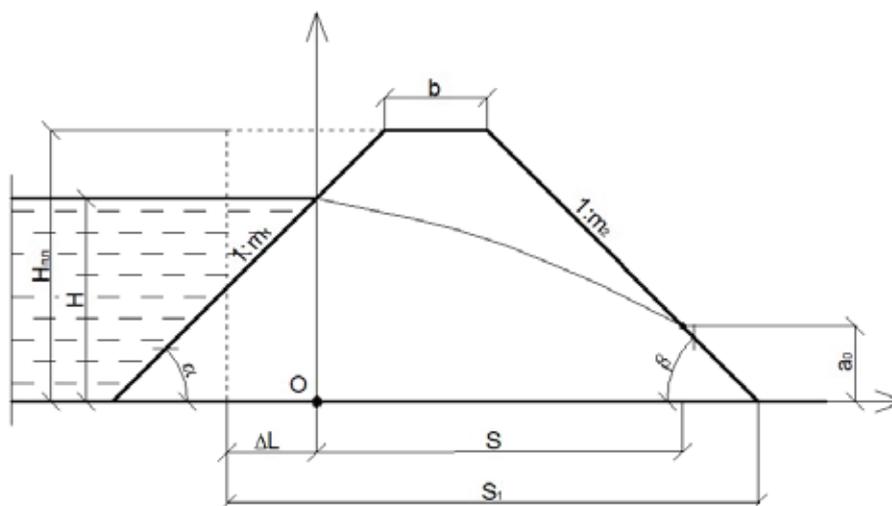


Рис. 1. К определению величины a_0

$$\Delta L = \frac{H \cdot m_1}{2m_1 + 1} \quad (3)$$

Применение пластовых дренажей на основе волокнистых полимерных материалов позволяет изменить положение кривой депрессии, с целью снижения обводненности тела плотины, что положительно сказывается на эксплуатации сооружения

Основными характеристиками, определяющие параметры дренажа, являются L_d , h_d , i (уклон).

Определим, исходя из фильтрационного расхода, соотношение L_d/L , используя зависимость, полученную профессором Герасимовым В. М. [1].

Зная соотношение L_d/L решим систему уравнений:

$$\begin{cases} L_d = -L_1 + b + m_2 \cdot H_{nl} + S_d \\ L = (H_{nl} - H) \cdot m_1 + b + (H_{nl} \cdot m_2 - L_d) \end{cases} \quad (4)$$

где q — фильтрационный расход, приходящийся на 1 м длины сооружения, $m^2/сут$;

K_ϕ — коэффициент фильтрации грунта, м/с;
 H_{nl} — высота плотины, м;
 H — глубина воды в верхнем бьефе, м;
 h — ордината депрессионной кривой в сечении 1–1, м;
 m_1 — коэффициент заложения верхового откоса;
 m_2 — коэффициент заложения низового откоса;
 L_1 — расстояние между сечениями 1–1 и 2–2, м;
 b — размер гребня плотины, м;
 L_d — ширина пластового дренажа, м;
 S_d — ширина рабочего участка дренажа, м.
 Длина рабочего участка дренажа S_d , обеспечивающего приток воды [1] определяется:

$$S_d = \frac{0,5q}{K_\phi} \quad (5)$$

Эффективность пластового дренажа определяется соотношением, для обеспечения надежности дренирования предусмотрено превышение q_d над q на 15%, более высокое превышение может привести к контактному размыву [1] или повышенной суффозии грунтов:

$$q \leq q_d \quad (6)$$

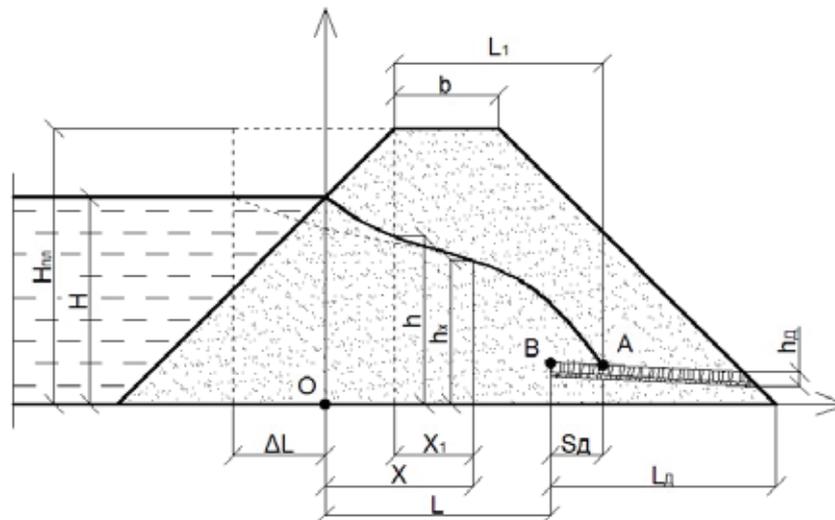


Рис. 2. Фильтрация через тело земляной плотины с пластовым дренажем на водонепроницаемом основании

Таблица 1

Зависимость соотношения размера пластового дренажа к ширине фильтрационного потока от фильтрационного потока

Фильтрационный поток q , $m^2/сут$	Соотношение размера пластового дренажа к ширине фильтрационного потока, $\frac{L_d}{L}$
1,0	0,20
1,1	0,35
1,2	0,42
1,3	0,50
1,4	0,88

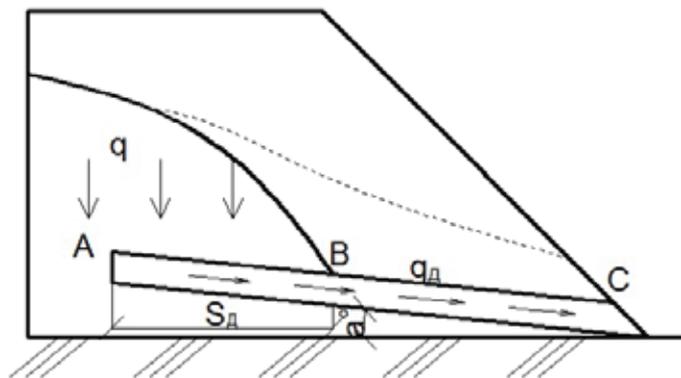


Рис. 3. Расчет дренажного потока

Напряжение сжатия σ , действующее от веса грунта на плоский слой дренажа без учета бокового давления и сил сдвига, изменяется по линейному закону:

$$\sigma_H = \frac{\gamma \cdot L_d}{m_2} \quad (7)$$

где γ — удельный вес грунта, Н/м³.

Фильтрационный поток дренажного ядра q_d определяется продольной водопроницаемостью геотекстильного материала, определяемая коэффициентом K_d . В свою очередь q_d необходимо принимать с учетом снижения водопроницаемости материала под действием нормального давления σ_N . Таким образом, величина фильтрационного потока с учетом нормального давления вышележащего грунта определяется:

$$q_d = 1,15 \cdot q \cdot \sigma_N \cdot p \quad (8)$$

где σ_N — нагрузка на конструкцию дренажа, Мпа;

p — коэффициент изменения водопроницаемости.

Таким образом, зависимость 8 позволяет определить дренажный расход ядра из расчета действующей нагрузки.

Толщина дренажного ядра определяется продольной пропускной способностью материала ядра:

$$t_0 = \frac{q_d}{K_d} \quad (9)$$

Учитывая деформацию сжатия волокнистого полимерного материала, начальная высота t_0 геотекстильного листового дренажа определяется как:

$$h_d = t_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{\sigma_B}{0,15 \cdot 10^6 \cdot K \cdot \rho_0 \cdot t_0 \cdot g} \right)^{1/n} \right] \quad (10)$$

где ρ_0 — плотность материала, г/см³.

Значение угла наклона дренажа в сторону нижнего бьефа рассчитывается по формуле В. С. Козлова [3]:

$$i_d = \frac{\left[2 \cdot q_d - \frac{K_d \cdot H_1^2}{L_d} \right]}{d \cdot H_1} \quad (11)$$

Пример расчета:

Исходные данные:

$H_{пл} = 10$ м; $m_1 = 1:2$, $m_2 = 1:2,5$ $b = 3$ м; $H = 8$ м; $K_f = 1$ м/сут (супесь гравелистая); $K_d = 100$ м/сут (Дорнит, марка 300, толщина 3мм).

Фильтрационный расчет плотины:

Эквивалентный профиль плотины: $\Delta S = 3,2$ м

Превышение точки выхода кривой депрессии: $a_0 = 1,92$ м

Фильтрационный поток через тело плотины: $q = 0,7$ м² / сут

Уравнение кривой депрессии: $y = \sqrt{8^2 - \frac{2 \cdot 0,7 \cdot x}{10}}$

Расчет дренажа.

Длина рабочего участка дренажа S_d , обеспечивающего приток воды: $S_d = 0,35$ м

Таблица 2

Коэффициент изменения водопроницаемости дренажа

Поверхностная плотность материала, г/м ²	Коэффициент изменения водопроницаемости
400	18,3
300	11,5
250	5,7

Исходя из значения фильтрационного расхода принимаем соотношение $\frac{L_d}{L} = 0,2$, тогда получаем $L = 26,7 м$,

$$L_d = 5,3 м.$$

Нагрузка на дренаж: $\sigma_H = 35,3: H / м^2 = 0,0355 МПа$

Дренажный поток ядра: $q_d = 1,11 м^2 / сут$

Необходимая толщина дренажного ядра: $t_0 = 11 мм$
Принимаем дренажное ядро из четырех слоев геотекстильного материала (Дорнит) толщиной 3 мм.

Высота дренажного ядра под нагрузкой: $h_d = 11,84 мм$,

Значение угла наклона дренажа в сторону нижнего бьефа: $i_d = 0,19$

Тогда угол наклона дренажа будет равен 11° .

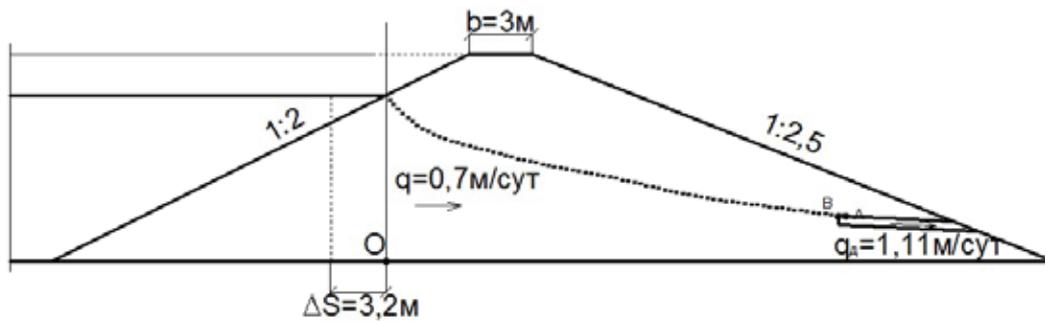


Рис. 4. Расчет пластового дренажа

Литература:

1. Герасимов, В. М. Волокнистые полимерные материалы в геотехнологии: монография / Герасимов В. М. — Чита. ЧитГУ. 2010. — 207с.
2. Герасимов, В. М., Нижегородцев Е. И. Исследование фильтрационных свойств волокнистых полимерных материалов при изменении давления // Системы. Методы. Технологии 2013 № 4 (20) — Братск. С.153–157.
3. Киселев, П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам, Москва, Энергия, 1974–312с.
4. Нестеров, М. В. «Гидротехнические сооружения: учебное пособие», ООО Новое издание, Москва, 2006–616с.
5. Битюрин, А. К., Козлов А. П., Битюрин К. А. «Фильтрация в гидротехнических сооружениях. Часть I», Н. Новгород, ННГАСУ, 2011–22с.
6. Замарин, Е. А. «Проектирование гидротехнических сооружений, Москва, Сельхозиздат, 1961–228с.

Треугольный конечный элемент с узловыми неизвестными в виде перемещений и их производных (функции формы для перемещений)

Сорокина Елена Ивановна, кандидат технических наук, доцент;
Мелихов Константин Михайлович, кандидат технических наук, доцент;
Маковкина Лилия Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Волгоградский государственный аграрный университет

Приводятся расчет объемного конечного элемента треугольной формы поперечного сечения при различных вариантах аппроксимации перемещений.

Ключевые слова: оболочка, объемный треугольный конечный элемент, несжимаемый материал, напряжения, деформации, перемещения, двумерный полином, матрица.

Если в качестве неизвестных в узле дискретного треугольного элемента принять и частные производные перемещений, то вектор узловых неизвестных конечного элемента с узлами i, j, k в глобальной системе координат будет иметь вид

$$\{U_y^T\}_{1 \times 18}^T = \left\{ \{u_y\}_{1 \times 9}^T \{v_y\}_{1 \times 9}^T \right\}, \quad (1)$$

где

$$\begin{aligned} \{u_y^T\}_{1 \times 9} &= \{u^i u^j u^k u_{,r}^i u_{,r}^j u_{,r}^k u_{,z}^i u_{,z}^j u_{,z}^k\}; \\ \{v_y^T\}_{1 \times 9} &= \{v^i v^j v^k v_{,r}^i v_{,r}^j v_{,r}^k v_{,z}^i v_{,z}^j v_{,z}^k\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для аппроксимации полей перемещений внутренних точек треугольного конечного элемента через узловые неизвестные обычно используется двумерный полином в локальной системе координат x, y . Полный двумерный полином содержит десять членов и имеет вид

$$h(x, y) = k_1 + k_2 x + k_3 y + k_4 x^2 + k_5 xy + k_6 y^2 + k_7 x^3 + k_8 x^2 y + k_9 xy^2 + k_{10} y^3, \quad (3)$$

где коэффициенты k_i являются неизвестными величинами, подлежащими определению.

Основная трудность при получении функций формы заключается в определении коэффициентов k_i через компоненты вектора узловых неизвестных, так как число условий для определения коэффициентов k_i всегда меньше их числа в полном двумерном полиноме (3). Поэтому приходится привлекать дополнительные условия.

Обоснованием корректности дополнительных условий являются результаты сопоставления на их основе приближенных решений с решениями других авторов или с точными решениями там, где это возможно.

В данной работе для определения коэффициентов аппроксимирующих полиномов дополнительным условием является добавление в столбец узловых неизвестных смешанной производной перемещения i -го треугольного конечного элемента $g_{,xy}^i$. Столбец узловых неизвестных в локальной системе координат имеет вид

$$\{g_y^T\}_{1 \times 10} = \{g^i g^j g^k g_{,x}^i g_{,x}^j g_{,x}^k g_{,y}^i g_{,y}^j g_{,y}^k\}. \quad (4)$$

Перемещение внутренней точки конечного элемента выражается через узловые неизвестные величины соотношением

$$\begin{aligned} g &= g_1(x, y)g^i + g_2(x, y)g^j + g_3(x, y)g^k + g_4(x, y)g_{,x}^i + g_5(x, y)g_{,x}^j + g_6(x, y)g_{,x}^k + \\ &+ g_7(x, y)g_{,y}^i + g_8(x, y)g_{,y}^j + g_9(x, y)g_{,y}^k + g_{10}(x, y)g_{,xy}^i, \end{aligned} \quad (5)$$

где под символом q понимается перемещение u или v , а под символом $q_i(x, y)$ ($i = 1 \dots 10$) — аппроксимирующие функции формы.

Частные производные полного двумерного полинома (3) определяются выражениями

$$\begin{aligned} h_{,x} &= k_2 + 2k_4 x + k_5 y + 3k_7 xy^2 + 2k_8 xy + k_9 y^2; \\ h_{,y} &= k_3 + k_5 x + 2k_6 y + k_8 x^2 + 2k_9 xy + 3k_{10} y^2; \\ h_{,xy} &= k_5 + 2k_8 x + 2k_9 y. \end{aligned} \quad (6)$$

Для получения интерполяционных полиномов $q_n(x, y)$ ($n = 1 \dots 10$), составляется матричная зависимость вида

$$[T]\{k\} = \{g_{ny}\}, \quad (7)$$

где

$\{k\}^T = \{k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 k_7 k_8 k_9 k_{10}\}$ — столбец искоемых коэффициентов, подлежащих определению для какой-либо одной функции $q_n(x, y)$;

$\{g_{ny}\}^T$ — матрица-строка узловых значений функции $q_n(x, y)$ или ее производных (элемент этой матрицы с номером n равен 1, остальные равны нулю). Например для функции $q_1(x, y)$ матрица-строка узловых значений имеет вид

$$\{g_{1y}\}_{1 \times 10} = \{1000000000\},$$

для функции $q_4(x, y)$

$$\{g_{4y}\}_{1 \times 10} = \{0001000000\},$$

а для функции $q_{10}(x, y)$

$$\{g_{10y}\}_{1 \times 10} = \{0000000001\}.$$

Элементы матрицы $[T]$ представляют собой численные значения множителей при неизвестных коэффициентах k_i полинома (1.3) и его производных (1.6) в узлах i, j, k конечного прямоугольного треугольника.

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{matrix} h^i \\ h_k^j \\ h_i \\ h_{,x} \\ h_{,x}^j \\ h_{,x}^k \\ h_{,y}^i \\ h_{,y}^j \\ h_{,y}^k \\ h_{,xy}^i \end{matrix}$$

Решением системы уравнений для десяти столбцов $\{g_{ny}\}$ определяются коэффициенты $k_m (m = 1...10)$ десяти аппроксимирующих функций $q_1(x, y), q_2(x, y) \dots q_{10}(x, y)$, входящих в (5).

Смешанную производную перемещения узла i локального треугольника с использованием способа конечных разностей можно выразить через первые производные узловых перемещений по формуле

$$g_{,xy}^i = \frac{1}{2}(g_{,y}^i - g_{,y}^i + g_{,x}^k - g_{,x}^i). \tag{8}$$

Если в локальной системе координат ввести вектор узловых неизвестных в виде

$$\{g_y^n\}_{1 \times 9}^T = \{g^i g^j g^k g_{,x}^i g_{,x}^j g_{,x}^k g_{,y}^i g_{,y}^j g_{,y}^k\}, \tag{9}$$

то на основании (8) между векторами $\{g_y^{*n}\}$ и $\{g_y^n\}$ можно сформировать матричную зависимость

$$\{g_y^{*n}\} = [S]\{g_y^n\}, \tag{10}$$

где матрица преобразования имеет вид

$$[S] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Перемещение внутренней точки конечного элемента с использованием узлового вектора (1.9) теперь можно аппроксимировать выражением

$$g = G_1(x, y)g^i + G_2(x, y)g^j + G_3(x, y)g^k + G_4(x, y)g_{,x}^i + G_5(x, y)g_{,x}^j + G_6(x, y)g_{,x}^k + G_7(x, y)g_{,y}^i + G_8(x, y)g_{,y}^j + G_9(x, y)g_{,y}^k, \tag{11}$$

где под символом q по прежнему понимается перемещение u или осевое смещение v , которые можно записать в матричном виде

$$u = \{N(x, y)\}_{1 \times 9}^T \{U_y^n\}_{9 \times 1};$$

$$v = \{N(x, y)\}_{1 \times 9}^T \{v_y^n\}_{9 \times 1}, \tag{12}$$

где строка $\{\mathbf{N}\}_{1 \times 9}^T = \{G_1 G_2 \dots G_9\}$ — матрица-строка аппроксимирующих функций.

Аппроксимирующие полиномы $G_i(x, y)$ ($i = 1 \dots 9$) определяются через полиномы $q_m(x, y)$ ($m = 1 \dots 10$) следующими выражениями [1]

$$\begin{aligned} G_1(x, y) &= g_1(x, y); \\ G_2(x, y) &= g_2(x, y); \\ G_3(x, y) &= g_3(x, y); \\ G_4(x, y) &= g_4(x, y) - \frac{1}{2} g_{10}(x, y); \\ G_5(x, y) &= g_5(x, y); \\ G_6(x, y) &= g_6(x, y) - \frac{1}{2} g_{10}(x, y); \\ G_7(x, y) &= g_7(x, y) - \frac{1}{2} g_{10}(x, y); \\ G_8(x, y) &= g_8(x, y) + \frac{1}{2} g_{10}(x, y); \\ G_9(x, y) &= g_9(x, y). \end{aligned} \tag{13}$$

Окончательные выражения аппроксимирующих функций имеют следующий вид

$$\begin{aligned} G_1(x, y) &= 1 - 3x^2 - 3y^2 + 2x^3 + 2y^3; \\ G_2(x, y) &= 3x^2 - 2x^3; \\ G_3(x, y) &= 3y^2 - 2y^3; \\ G_4(x, y) &= x - 0,5xy - 2x^2 + x^3 - 0,5xy^2 + 0,5x^2y; \\ G_5(x, y) &= -x^2 + x^3; \\ G_6(x, y) &= 0,5xy^2 + 0,5xy - 0,5x^2y; \\ G_7(x, y) &= y - 0,5xy - 2y^2 + y^3 - 0,5x^2y + 0,5xy^2; \\ G_8(x, y) &= 0,5x^2y + 0,5xy - 0,5xy^2; \\ G_9(x, y) &= -y^2 + y^3. \end{aligned} \tag{14}$$

Частные производные перемещений внутренней точки конечного элемента определяются выражениями

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial r} &= \{ \{\mathbf{N}_{,x}\}^T x_{,r} + \{\mathbf{N}_{,y}\}^T y_{,r} \} \{U_y^n\}; \\ \frac{\partial u}{\partial z} &= \{ \{\mathbf{N}_{,x}\}^T x_{,z} + \{\mathbf{N}_{,y}\}^T y_{,z} \} \{U_y^n\}; \\ \frac{\partial v}{\partial r} &= \{ \{\mathbf{N}_{,x}\}^T x_{,r} + \{\mathbf{N}_{,y}\}^T y_{,r} \} \{v_y^n\}; \\ \frac{\partial v}{\partial z} &= \{ \{\mathbf{N}_{,x}\}^T x_{,z} + \{\mathbf{N}_{,y}\}^T y_{,z} \} \{v_y^n\}. \end{aligned} \tag{15}$$

Литература:

1. Киселев, В. А. Строительная механика. Общий курс / В. А. Киселев. — М.: Стройиздат, 1986. — 520 с.

Моделирование формирования провала над карстовой полостью как катастрофического процесса в нелинейной динамической системе

Щербаков Илья Вячеславович, магистрант;
Бородулин Дмитрий Александрович, магистрант
Томский государственный университет

В данной работе установлена форма структур разрушения дневной поверхности. Проведена оценка величины провала, установлено характерное время развития катастрофического разрушения осадочного чехла.

Ключевые слова: НДС, осадочный чехол, геосреды, внутреннее трение, компакция, дилатансия.

Геоматериалы и массивы горных пород как иерархически организованные системы обладают всеми специфическими чертами поведения динамических систем. Процессы деформирования и разрушения развиваются по катастрофическому сценарию, которому предшествует квазистационарная стадия [1]. Одним из таких примеров является образование карста. Карст — это процесс, происходящий из-за растворения горных пород подземными и поверхностными водами, в результате которого образуются отрицательные формы рельефа на земной поверхности и различные полости, каналы и пещеры на глубине [2].

На примере задачи моделирования формирования провала над карстовой полостью продемонстрированы режимы эволюции в модельной нелинейной геосреде. Особенностью эволюции динамических нелинейных систем является их способность к изменению хода развития событий, с плавного квазистационарного на режим с обострением, в ходе которого система претерпевает принципиальные изменения, обретая новую структуру и свойства.

Нагружаемый полем сил тяжести слой осадочных горных пород над карстовой полостью рассматривается как упруго-хрупкопластический материал. Используется модель нагружения Друкера-Прагера [3] с накоплением повреждений и деградацией прочностных характеристик.

Предложенная модель, несмотря на свою простоту, очень хорошо не только качественно, но и количественно описывает процесс формирования провала над карстовой полостью, что показано численным экспериментом. Модель описывает формирование как катастрофический процесс, в котором стадия медленного накопления повреждений сменяется сверхбыстрым катастрофическим режимом (рисунок 1), причем длительность квазистационарной фазы и переход к катастрофе являются внутренним свойством среды как нелинейной динамической системы. Они полностью описываются уравнениями механики деформированного твердого тела и определены реологией среды, нелинейностью процесса накопления повреждений, и скоростью деградации прочностных параметров среды в каждой локальной точке.

Модель была протестирована на простых примерах нагружения образца постоянной нагрузкой (деформирующее напряжение постоянно) и расчета диаграмм напряжение-деформация при постоянной скорости нагружения и с учетом накопления повреждений на стадии линейного деформационного упрочнения. В этих тестах варьировались параметры модели, подбирались параметры, определяющие масштаб сжатия реального времени в численных расчетах, и параметры, определяющие скорость накопления повреждений в среде.

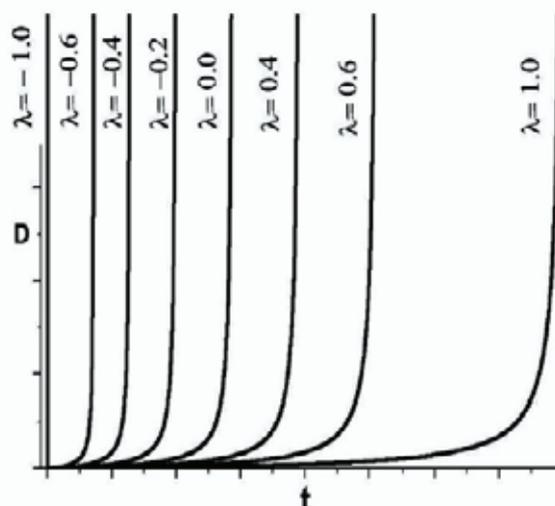


Рис. 1. Семейство кривых D для разных видов напряженного состояния

На рисунке 2 приведены тесты, демонстрирующие разные скорости перехода среды к катастрофическому разрушению.

На рисунке 3 приведены расчеты кривых течения для разных скоростей накопления повреждений, а значит и скоростей деградации материала.

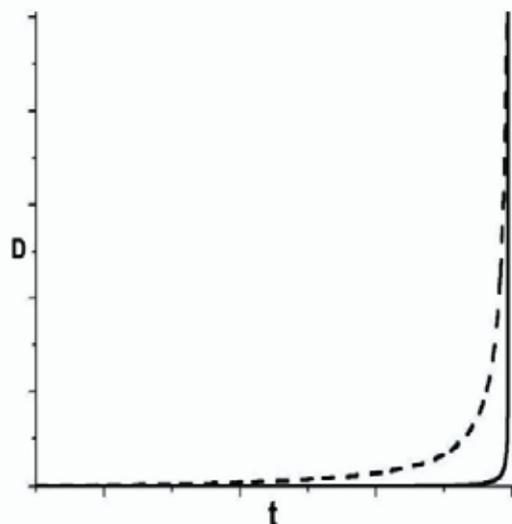


Рис. 2. Сравнение кривых накопления повреждений для $a=0$ (пунктир) и $a=1.5$ (сплошная)

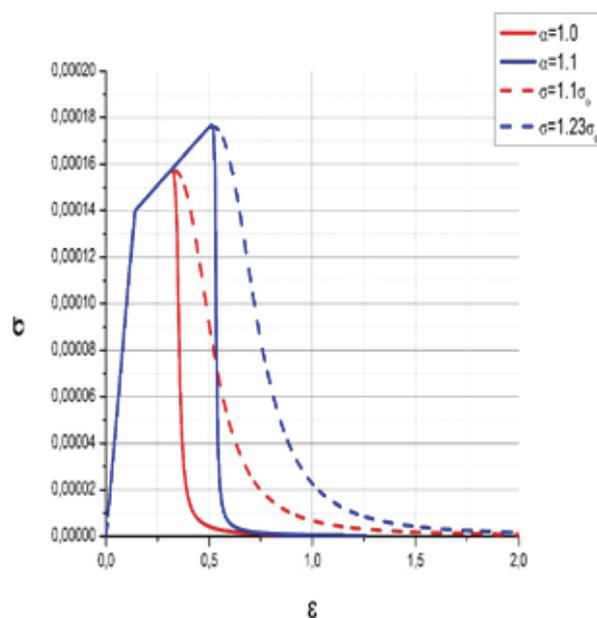


Рис. 3. σ - ε диаграммы для разных скоростей накопления повреждений (красная-синяя) и значений $a=1.1$ и $a=1$ (пунктир сплошная)

Литература:

1. Макаров, П. В., Смолин И. Ю., Евтушенко Е. П., Трубицын А. А. и др. Возможности применения эволюционного подхода при моделировании поведения геосреды // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № 12. — с. 259–276.
2. Гвоздецкий, Н. А. Карст. — М.: Мысль, 1981. — 212 с.
3. Друккер, Д., Прагер В. Механика грунтов и пластический анализ или предельное проектирование // Механика. Новое в зарубежной науке. Вып. 2. Определяющие законы механики грунтов. — М.: Мир, 1975. — с. 166–177.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

IV Международная научная конференция
Москва, январь 2015 г.

Материалы печатаются в авторской редакции

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *М.В. Голубцов*

Подписано в печать 24.01.2015. Формат 60x90 ¹/₈.
Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 12,82. Уч.-изд. л. 17,85. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»
115093, г.Москва, Партийный переулок, д.1, корп. 58, стр.1