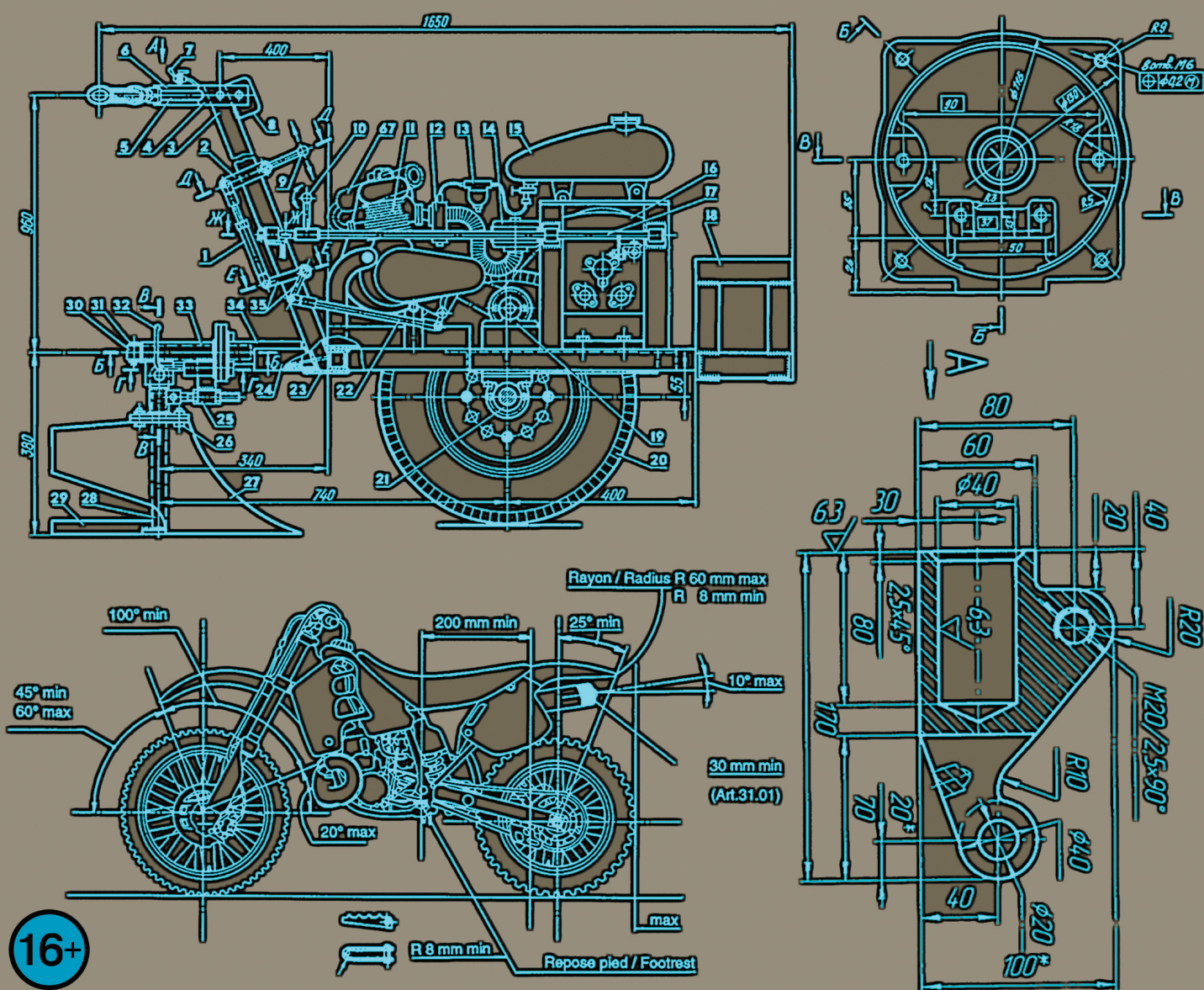


ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНИКА

ИНЖЕНЕРИЯ

**международный научный журнал**



ISSN 2410-4485

# ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИКА ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал  
№ 2 (4) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметов Ильдар Геннадьевич, *кандидат технических наук*

**Члены редакционной коллегии:**

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственные редакторы:** Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

**Художник:** Евгений Шишков

**Верстка:** Максим Голубцов

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.05.2017. Цена свободная.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.  
Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

**Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*  
Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*  
Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*  
Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*  
Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*  
Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*  
Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*  
Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*  
Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*  
Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*  
Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*  
Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*  
Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*  
Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*  
Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*  
Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*  
Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*  
Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*  
Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*  
Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*  
Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*  
Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*  
Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

# СОДЕРЖАНИЕ

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Визавитин О.И., Варламова В.В. <b>Особенности проектирования и криптоанализа асимметричной криптографической системы RSA</b> .....	1
Герасименко И.В. <b>К вопросу повышения эффективности роботизации системы доения коров</b> .....	4
Костенко В.А. <b>Европейские, американские и российские нормативные требования к вентиляции и кондиционированию</b> .....	6
Жураева Г.Х., Усманов Б.Ш., Ядгарова А.А. <b>Инновационные методы обучения в преподавании технических дисциплин</b> .....	10
Чамеев В.В., Иванов В.В., Карылин Б.Е., Кулаков П.С., Гаев К.Ю. <b>Решение задач анализа и синтеза на имитационных моделях: обоснование межоперационных запасов в станочных системах аналитическими методами</b> .....	13

## ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Дошина А.Д. <b>Использование информационных технологий для реализации педагогических целей</b> .....	19
Звягин Л.С. <b>Информационно-кибернетические исследования и проектирования сложных систем</b> .....	21
Луценко И.А. <b>Цель, определение и связь с управлением</b> .....	27
Нозилов С.М., Умарзода К.М. <b>Геоинформационные системы как базовый компонент ресурсосберегающих технологий в агропромышленном производстве</b> .....	30
Шохина О.И., Умалатова Л.М., Дюбанов А.В. <b>Социальная кибернетика как наука, образованная на стыке кибернетики и социологии</b> .....	32

## ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Лупанов С.В., Головяшкин А.Н. <b>Моделирование детектора следовых количеств опасных веществ</b> .....	35
Шибeko P.B., Каширин Д.Д. <b>Система информирования о светофорах</b> .....	38
Шибeko P.B., Степченков Г.И. <b>Измеритель коэффициента стоячей волны</b> .....	41
Шибeko P.B., Теряев В.А. <b>Аварийный авиационный радиобуй</b> .....	44



# АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Пушкарская А.И., Витенбург Е.А., Оладько В.С.

**Классификация состояний информационной системы по критерию безопасности** ..... 48

## ЭНЕРГЕТИКА

Анашкин С.С., Борисовский А.П., Ерохина Ю.Е.

**Анализ работы подстанции 110 кВ Чучково** ..... 52

Сарпеков А.Т., Степанова О.А., Ермоленко М.В., Исайнов Б.Қ.

**Зависимость КПД брутто котельного агрегата от состава угольной смеси** ..... 55

Узаков Г.Н., Рахматов М.И., Алиярова Л.А.

**Создание влажностного режима в плодоовощехранилищах на основе водяного аккумулятора солнечной энергии** ..... 58

## МЕТАЛЛУРГИЯ

Харина Г.В., Алешина Л.В., Ведерников А.С.

**Коррозионное поведение сплава ЛС59–1 в растворе карбоната натрия** ..... 61

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

Бафаев Д.Х., Зарипов Г.Б.

**Технологическое приспособление для поверхностного пластического деформирования деталей машин алмазным выглаживанием** ..... 65

Уринов Н.Ф., Саидова М.Х., Уринов Н.Н., Тохиров М.З.

**Влияние режимов резания на показатели устойчивости режущей кромки** ..... 68

## СТРОИТЕЛЬСТВО

Журиха А.М.

**Воздушное отопление помещений** ..... 71

## ТРАНСПОРТ

Игтисамов Р.С., Новоселов О.Г., Хусаинов В.Г.

**Безопасность и экономика** ..... 74

## АРХИТЕКТУРА

Акишева В.Д.

**Типовая деревянная архитектура Архангельска первой половины XX века** ..... 76

## ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Гаппаров Х.Г., Тухтаева З.Ш., Аброров А.С., Ходжаева О.Р., Рахимова Д.Ж.

**Совершенствование конструкции узла челночного устройства швейных машин** ..... 79

Мусаев С.С., Азимов Ж.Ш., Шойимов Ш.Ш., Самиева Г.О.

**Каракуль и технологический процесс обработки** ..... 82

Мусаев С.С., Самиева Г.О., Мусаева Л.С.

**Математическое моделирование системы: состав — структура — свойства** ..... 85

## ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Войцеховский В.И., Слободяник Г.Я., Ребезов М.Б., Сметанская И.Н. <b>Оценка перспективных сортов картофеля</b> .....	90
Углов В.А., Бородай Е.В. <b>Переработка продуктов убоя оленей на современном этапе</b> .....	92
Умирзакова С.Х., Солтыбаева Б.Е. <b>Пищевые волокна и порошок топинамбура в производстве диабетического крекера</b> .....	94

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Садирова С.Н., Алиева Н.И. <b>Пути замены хлебного квашения</b> .....	97
Шеркузиев Д.Ш., Каноатов Х.М., Дадамирзаев М.Х., Сарibaева Д.А., Ёкубжанова Ё.Г. <b>Разработка и совершенствование технологии получения НРСа удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов</b> .....	101

## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Ашрапова М.А. <b>Проблемы защиты железобетонных сооружений от коррозии в засоленных грунтах</b> .....	106
Давранов Г.Т., Фырлина Г.Л. <b>Конструктивно-технологические мероприятия по борьбе с заилинием малых и средних руслowych водохранилищ</b> .....	108
Куликов А.Ю., Долгова Ю.Н., Есаулова К.А. <b>Синхронизированный с биоритмами магнитотерапевтический аппарат</b> .....	112
Липовский М.И., Перекопский А.Н., Зыков А.В. <b>Молотильный барабан</b> .....	114
Прокопьев Н.Я., Комаров А.П., Суфианова Г.З. <b>Устройство для венопункций</b> .....	117
Прокопьев Н.Я., Пантелеев С.М., Комаров А.П., Маргарян А.В. <b>Остеотом (Патент РФ на полезную модель № 132707)</b> .....	118
Узакова Л.П., Абдурахманова Ф.А., Гаппарова М.Х., Мухаммедова М.О. <b>Разработка конструкции детской профилактической обуви для детей с патологическими отклонениями</b> .....	120

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

## Особенности проектирования и криптоанализа асимметричной криптографической системы RSA

Визавитин Олег Игоревич, студент;  
Варламова Виктория Викторовна, студент  
Московский технологический университет

*В данной статье рассматриваются некоторые особенности проектирования асимметричной (открытой) криптосистемы RSA, проводится обзор тестов на принадлежность классу простых чисел, а также рассматривается выбор показателей степеней чисел при кодировании.*

*В исследовании также приводится пример криптографического анализа систем RSA методами факторизации и прямой оценки секретного показателя степени.*

**Ключевые слова:** шифрование, криптосистема, криптоанализ, RSA-система, факторизация

## Features of projection and cryptanalysis of the asymmetric cryptographic RSA system

Vizavitin Oleg Igorevich, student  
Varlamova Victoriia Viktorovna, student  
Moscow Technological University

*In this article, some features of projection of the asymmetric (open) RSA cryptosystem are considered, the review of tests for accessory to a class of prime numbers is carried out, and also the choice of indexes of degrees of numbers when coding is considered.*

*In the research the example of the cryptographic analysis of the RSA systems by methods of a factorization and direct assessment of a secret exponent is also given.*

**Keywords:** enciphering, cryptosystem, cryptanalysis, RSA system, factorization

В системе RSA шифрование выполняется путем возведения в степень кодов символов сообщения  $x$  ( $1 < x < n$ ) в степень  $e$  в арифметике вычетов по модулю  $n$ , а дешифрование — возведением кодов символов зашифрованного сообщения  $y$  в степень  $d$ , т.е.

$$y = x^e \pmod{n}, \quad x = y^d \pmod{n}$$

где модуль сравнения  $n$  равен произведению двух больших простых чисел  $p$  и  $q$ . Открытый ключ шифрования — это пара  $\{e, n\}$ , а секретный ключ дешифрования — пара  $\{d, n\}$ . Показатели степени выбираются так, чтобы они были обратными величинами в арифметике вычетов по модулю  $\Phi(n)$  и  $x$  — перестановка в классе вычетов по модулю, то есть

$$ed = 1 \pmod{\Phi(n)}$$

$$\text{где } \Phi(n) = (p-1)(q-1).$$

При проектировании RSA-системы пользователь должен выбрать два больших простых числа  $p$  и  $q$ , чтобы вычислить модуль сравнения  $n$ , значение которого зависит от предполагаемой сложности раскрытия

проектируемой криптографической системы. Таблица 1 дает представление о значениях величины  $n$ . Число операций для каждого значения  $n$  соответствует наилучшему из известных алгоритмов факторизации больших чисел.

При назначении модуля сравнения  $n$  два простых числа  $p$  и  $q$  должны быть выбраны случайным образом. Теорема о простых числах утверждает, что вблизи числа количество простых чисел в среднем составляет 1 на  $\ln(n)$  целых чисел. Таким образом, даже для очень больших простых чисел с количеством цифр, измеряемых сотнями, лишь несколько сотен простых чисел должны быть проверены на принадлежность классу простых. Как следствие, необходимо только проверить, является ли выбранное большое число простым. Наиболее распространены следующие три теста проверки на простое число: тест Ферма, тест Соловея — Штрассена и тест Рабина. Во всех тестах предполагается, что он применяется к числу  $b$ .

Используемые модули сравнения  $n$  в RSA-системах [1]

$\lg n$	Число операций	Примечание
50	$1,4 \times 10^{10}$	
100	$2,3 \times 10^{15}$	
200	$1,2 \times 10^{23}$	
400	$2,7 \times 10^{34}$	Предел современных технологий
800	$1,3 \times 10^{51}$	За пределами современных технологий

### Тест Ферма

Этот тест основан на малой теореме Ферма, которая утверждает, что если  $p$  — простое число, то  $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$  для всех  $a$ ,  $1 < a < p$ .

Таким образом, тест состоит в выборе числа  $a$ , меньшего  $b$ , и проверке  $b$  на принадлежность классу простых чисел согласно условию  $a^{b-1} \equiv 1 \pmod{b}$  в соответствии с приведенным выше уравнением. Практически требуется проверить только несколько значений  $a$ . Данным тестом пропускается небольшое количество составных чисел. Рекомендуется выполнить порядка 100 тестов, чтобы удостовериться, что данное число простое. Утверждается, что выбор  $a$  равным 3 позволяет выявить все составные числа. Однако следует заметить, что данный тест пропускает составные числа Кармайкла (например, число  $561 = 3 \times 11 \times 17$ ).

### Тест Соловея — Штрассена

Данный тест позволяет выявлять все составные числа Кармайкла. Выбирается случайное число  $a$  в диапазоне от 1 до  $b-1$  и проверяется выполнение условий

$$\text{НОД}(a, b) = 1, \quad J(a, b) = a^{(b-1)/2} \pmod{b},$$

где  $J(a, p)$  — символ Якоби;  $\text{НОД}$  — наибольший общий делитель.

Символ Якоби определяется следующими соотношениями:

$$J(a, p) = 1, \text{ если } x^2 = a \pmod{p} \text{ имеет решение в } \mathbb{Z}_p$$

$$J(a, p) = -1, \text{ если } x^2 = a \pmod{p} \text{ не имеет решения в } \mathbb{Z}_p,$$

где  $\mathbb{Z}_p$  — кольцо вычетов по модулю  $p$ .

Если  $b$  — простое число, условия, приведенные выше, всегда выполняются, а если  $b$  — составное, то они не выполняются с вероятностью  $\frac{1}{2}$ . Поэтому выполнение  $k$  тестов гарантирует, что ответ неправилен с вероятностью  $2^{-k}$ , когда тестируемое число является простым, а если число составное, то условие всегда выполняется.

### Тест Рабина

Поскольку число  $b$ , которое должно быть простым, всегда нечетное, его можно представить в виде

$$b = 2^r s + 1,$$

где  $s$  — четное число.

Затем в тесте выбирается случайным образом число  $a$  в диапазоне от 1 до  $b-1$  и проверяется выполнение условий  $a^s \equiv 1 \pmod{b}$ ,

$$(a^{2^j})^s \equiv -1 \pmod{b} \text{ для } 0 < j < r.$$

Все три теста можно использовать для проверки числа на принадлежность классу простых. Следует отметить, что процедура тестирования должна быть выполнена только один раз при проектировании и требует порядка  $O(\log_2 b)$  операций над большими целыми числами.

В ряде случаев алгоритмы факторизации могут оказаться не согласованными. Для проверки достаточно выбрать простые  $p$  и  $q$  такие, чтобы  $p-1$  и  $q-1$  имели в качестве множителя большое простое число. Например, можно задать некоторое большое простое число  $b$  и затем выбрать в качестве  $p$  (или  $q$ ) первое простое число из последовательности  $bi+1, i=2, 4, 6 \dots$

Дополнительную защищенность можно обеспечить, если  $b-1$  также имеет в качестве множителя большое простое число. Если  $p > q$ , то  $2\sqrt{n}$  — хорошая аппроксимация для величины, а зная ее легко восстановить  $\Phi(n)$ , поскольку

$$\Phi(n) = (p-1)(q-1) = n+1 - (p+q).$$

Простые числа не должны принадлежать специальным классам, например, быть числами Ферма или Мерсенна, так как они хорошо изучены, что упрощает поиск факторизации.

Выбрав простые числа  $p$  и  $q$ , а, следовательно, и  $n$ , необходимо приступить к выбору показателей степени  $e$  и  $d$ . Для этого  $d$  выбирается из условия, чтобы оно было взаимно простым с  $\Phi(n)$ . Это достигается вычислением остатка  $d \pmod{\Phi(n)}$  и  $\text{НОД}\{d, \Phi(n)\}$  с помощью алгоритма Евклида. Алгоритм позволяет не только проверить, являются ли числа  $d$  и  $\Phi(n)$  взаимно простыми, но также подсчитать мультипликативно обратный к  $d$  показатель степени  $e$ . Известно, что сложность вычисления функции  $\text{НОД}$  имеет временную оценку  $O(\log_2 n)$  [2]. На выбор показателей  $e$  и  $d$  необходимо наложить условие, чтобы эти величины превышали  $\log_2 n$ . Если  $e < \log_2 n$ , то малые сообщения окажутся незашифрованными.

Если будет выполняться условие  $x^e \pmod{n} = x^e$ , то шифр будет раскрываться простым перебором. Если  $d < \log_2 n$ , то система может быть раскрыта только случайно.

Существует еще одно условие при выборе  $e$ . Как уже упоминалось, чтобы осуществить перестановки в сообщении в соответствии с функцией  $x^e$ ,  $e$  должно быть взаимно простым с функцией Эйлера  $\Phi(n)$ , или, более точно, взаимно простым с  $\text{НОК}$  — наименьшим общим кратным следующих чисел:

$$e = \text{НОК}(p-1, q-1).$$



Среди этих перестановок есть и такие, которые сохраняют сообщение, и они удовлетворяют условию конгруэнтности

$$x^e = x(\bmod n),$$

где — нечетное число, большее 3, и  $n = pq$ .

Известно, что любое решение уравнения

$$x^3 = x(\bmod n)$$

удовлетворяет и первому уравнению. Далее отметим, что второе уравнение имеет 9 решений в диапазоне чисел  $1 < x < n-1 (n = pq)$ .

Таким образом, первое уравнение имеет по меньшей мере 9 решений. Можно показать, что уравнение конгруэнтности будет порождать ровно 9 решений, если показатель степени будет выбран из условия

$$\text{НОК}[e-1, \text{НОД}(p-1, q-1)] = 2.$$

## Криптографический анализ RSA-системы

Главной целью криптографического раскрытия является определение секретного показателя степени  $d$ . Рассмотрим три способа, которыми может воспользоваться криптоаналитик для раскрытия величины  $d$  по открытой информации о паре  $\{e, n\}$ .

*Метод факторизации  $n$ .*

Разложение величины  $n$  на простые множители позволяет вычислить функцию  $\Phi(n)$  и, следовательно, скрытое значение  $d$ , используя уравнение  $ed = 1(\bmod \Phi(n))$ . Один из наиболее быстрых алгоритмов выполняет факторизацию  $n$  за число шагов порядка  $(\ln n)^{\frac{1}{\sqrt{\ln(\ln n)}}}$ .

*Метод вычисления  $\Phi(n)$  без факторизации.*

Другой возможный способ криптоанализа связан с непосредственным вычислением функции Эйлера  $\Phi(n)$  без факторизации. Однако прямое вычисление  $\Phi(n)$  несколько не проще факторизации, поскольку  $\Phi(n)$  позволяет после этого легко факторизовать  $n$ . Это можно видеть из следующего примера. Пусть

$$x = p + q = n + 1 - \Phi(n), \quad y = (p - q)^2 = x^2 - 4n.$$

Зная  $\Phi(n)$ , можно определить  $x$  и, следовательно,  $y$ ; зная  $x$  и  $y$ , простые  $p$  и  $q$  можно определить из следующих соотношений

$$p = \frac{1}{2}(x + \sqrt{y}), \quad q = \frac{1}{2}(x - \sqrt{y}).$$

## Литература:

1. Rivest, R.L., Shamir, A., Adleman, L. A. A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems // Communications of the ACM. — 1978. — № 21(2).
2. Knuth D. E. The Art of Computer Programming: Vol 2: Seminumerical Algorithms. — Massachusetts, USA: Addison-Wesley, 1981.
3. Miller G. L. Riemann's Hypothesis and Tests for Primality // Journal of Computer and System Sciences. — 1976. — № 13.
4. RSA // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RSA> (дата обращения: 01.02.17).

*Метод прямой оценки  $d$  без факторизации  $n$  или вычисления  $\Phi(n)$ .*

Третий способ криптоанализа состоит в непосредственном вычислении величины  $d$ . Аргументация этого способа основана на том, что если  $d$  выбрано достаточно большим, чтобы простой перебор был невозможен, вычисление  $d$  не проще факторизации  $n$ , поскольку если  $d$  известно, то  $n$  легко факторизуется. Показать это можно следующим образом: если  $d$  известно, то можно вычислить величину, кратную функции Эйлера, используя условие

$$ed - 1 = k\Phi(n),$$

где  $k$  — произвольное целое число.

Миллер [3] показал, что факторизацию  $n$  можно выполнить, используя любое значение, кратное  $F(n)$ . Дешифровщик, с другой стороны, может попытаться найти некоторую величину  $d'$ , которая была бы эквивалентна скрытой величине  $d$ , использованной при разработке шифра. Если существует много таких  $d'$ , то можно попытаться использовать прямой перебор, чтобы раскрыть шифр. Но все  $d'$  различаются множителем, равным  $\text{НОК}(p-1, q-1)$ , и если этот множитель вычислен, то  $n$  можно факторизовать. Таким образом, нахождение  $d'$  столь же сложно, сколь и факторизация  $n$ .

Система RSA используется для защиты программного обеспечения и в схемах цифровой подписи.

Также она используется в открытой системе шифрования PGP и иных системах шифрования (к примеру, DarkCryptC и формат xdc) в сочетании с симметричными алгоритмами.

Из-за низкой скорости шифрования (около 30 кбит/с при 512 битном ключе на процессоре 2 ГГц), сообщения обычно шифруют с помощью более производительных симметричных алгоритмов со случайным сеансовым ключом (например, AES, IDEA, Serpent, Twofish), а с помощью RSA шифруют лишь этот ключ, таким образом реализуется гибридная криптосистема. Такой механизм имеет потенциальные уязвимости ввиду необходимости использовать криптографически стойкий генератор псевдослучайных чисел для формирования случайного сеансового ключа симметричного шифрования. [4]

## К вопросу повышения эффективности роботизации системы доения коров

Герасименко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент  
Оренбургский государственный аграрный университет

Дальнейший рост продукции в животноводстве должен осуществляться за счёт повышения продуктивности животных путём лучшего использования их индивидуальных особенностей. Большие перспективы в области автоматизации, как животноводства, так и всего сельского хозяйства раскрываются перед роботами и робототехническими системами [1].

Наибольший интерес, но и в то же самое и наибольшую сложность, представляет роботизация процесса доения коров. В нашей стране и за рубежом разработано довольно большое количество интересных и разнообразных конструкций манипуляторов. Их разработка ведется в трех направлениях: для стационарных установок, размещенных на специальных доильных площадках и в доильных залах («Тандем», «Елочка»), передвижных манипуляторов, перемещающихся по специальным направляющим, смонтированным вдоль стойл коровника, и переносных манипуляторов. Рассмотрим эти конструкции подробнее [1].

Манипуляторы стационарные содержат крепежную оснастку для фиксации на станке доильной установки, систему рычагов для контакта силовых элементов с доильными стаканами, датчики контроля интенсивности потока молока, различные логические элементы системы управления. Манипуляторы для доения коров в стойлах выполняются передвижными (по специальным направляющим) и переносными.

В настоящее время в ряде зарубежных стран (Нидерланды, Германия, Франция, Великобритания и др.) ведутся работы по созданию полностью автоматизированных систем для доения. Ведущими европейскими агропромышленными научно-исследовательскими центрами AFRC, BFA, CEMAGREF, IMAG, а также специализированными фирмами «Duvelsdorf», «Gascoigne-Melott» и «Vicon international» разработаны и испытываются в производственных условиях роботизированные технологические комплексы для доения [1].

Роботы для автоматизированной системы доения выполняют множество функций, которые ранее были частично возложены на доярок. Они готовят вымя перед подключением доильного аппарата, находят соски и подключают к ним доильный аппарат, своевременно его снимают, дезинфицируют сосковую резину и подсчитывают количество шагов коровы, сделанных ею после последней дойки (выявление коров в охоте). Роботы подают сигналы селекционным воротам для выборки проблемных коров, измеряют удой молока, кислотность, температуру, количество соматических клеток и т.д.

Кроме того, доильные роботы позволяют оценивать состояние каждой из четвертей вымени и своевременно выявлять признаки мастита. Для диагностики субклинических маститов используются два параметра — электропроводность и температура молока. Некоторые исследователи считают измерение электропроводности

молока достаточно эффективным методом обнаружения мастита в клинической стадии. Для большей точности диагностики мастита голландские ученые разработали компьютерный анализ трех переменных величин — наdoa, температуры и электропроводности молока.

Применение роботизированных систем обеспечивает постоянное фиксированное выполнение технологических операций, повторяющихся в строго определенной последовательности. Причем здесь возникает уникальный синтез взаимодействия средств автоматизации с «механизмом» лактации коров, происходящий по желанию самого животного. Эффективность использования роботизированных систем для доения коров заключается не только в исключении ручного труда, но и в создании для молочного скота наиболее благоприятных условий с точки зрения физиологии.

Использование роботов для доения коров способствует возникновению практически новой технологии, основная суть которой заключается в самообслуживании животного. Она оставляет корове право на свободу выбора срока и частоты посещений доильного бокса. Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают доильный бокс. При этом увеличивается частота доений животных (у высокопродуктивных коров — до четырех и более раз в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени и способствует повышению продуктивности до 15%.

Эксплуатация роботов в коровниках подразумевает соблюдение определенных требований. Так, фактором, жестко обуславливающим эффективность применения роботов, является молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаиваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшей продуктивности обслуживаемых коров применение этого оборудования экономически нецелесообразно.

Общие требования, которым должны соответствовать животные при доении роботом, таковы:

- высокие молочная продуктивность и уровень молокоотдачи;
- плотно прикрепленное вымя, одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых не должна быть ниже 33 см от уровня пола;
- минимальное расстояние между задними сосками в пределах 3 см, между передними сосками — 12,5...30 см;
- толщина сосков в пределах 1,5...3,5 см;
- задние соски должны быть расположены на 3 см ниже, чем нижняя часть вымени;
- минимальное расстояние между передним и задним сосками вымени — 7 см;
- угол отклонения сосков от вертикали не должен превышать 30°;

— диагональное расположение сосков не допускается;

— животное должно быть активным, со здоровыми копытами, в то же время нервные коровы подлежат выбраковке.

Не всех коров можно доить роботами. Некоторые животные, несмотря на тренировку, не приходят на доение. Кроме того, неправильно или плохо развитое вымя и искривленные соски приводят к тому, что устройство не может надеть на них доильные стаканы. Правда, уже существуют и такие роботы, которые надевают доильные стаканы на соски даже с большими отклонениями.

Кроме того требования предъявляются и к самим коровникам. Применение доильных роботов требует особой организации технологического процесса производства молока и соответствующей планировки коровника. При проектировании коровников для использования в них автоматической системы доения необходимо учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом дня и физиологическими потребностями животные часто передвигаются по помещению (для доения — 3...5 раз в сутки, для кормления — в среднем 7 раз). Специалисты разработали три формы организации движения коров в помещении, обеспечивающие в той или иной степени самостоятельное посещение ими доильного робота: свободное движение; управляемое движение с возможностью последующего отбора животных (после доения), управляемое движение с предварительным (до доения) и последующим отбором.

Сельскохозяйственная организация готова к применению роботов только тогда, когда соблюдены необходимые условия:

— ферма укомплектована образованными сотрудниками, обученными работе с компьютерными программами по обслуживанию доильных роботов. Установки автоматизированного доения должны работать всегда — 24 ч в сутки, 365 дней в году, поэтому работники должны быть хорошо мотивированы;

— специалисты по работе с доильными роботами мобильны и могут находиться на ферме в течение необходимого времени (от 12 до 24 ч) в случае возникновения проблем с работой системы автоматизированного доения;

— персонал прошел обучение по работе с системой автоматизированного доения. Требуется от трех до четырех месяцев, чтобы изучить детали и нюансы процесса;

— отобран скот, который не вписывается в новую систему работы. В других странах этот процент выбраковки составляет от 0 до 3%.

Кроме того, нужно помнить, что в стадах, где качество молока слишком низкое, использовать роботов не следует, ведь качество зависит не только от гигиены доильного зала. Нельзя игнорировать и финансовый вопрос: фермы, особенно крупные (600 голов и более), требуют серьезных инвестиций.

Исследования и испытания роботов для животноводства проводятся с целью определения их технических возможностей, что может быть выявлено путем оценки

технической характеристики манипулятора и системы управления, а также физиологических данных обслуживаемых животных.

Аналогично испытаниям промышленных роботов, основными показателями эффективности всей системы являются эргономические (показатели работы человека-оператора) и технико-экономические (стоимость робота, срок его окупаемости, экономическая эффективность применения). Наиболее точными методами оценки труда человека являются биомеханические. С их помощью можно определить энергоемкость выполнения работы и удобство в обслуживании робота. Технико-экономические показатели применения роботизированных комплексов (РТК) в животноводстве рассчитываются по известным методикам.

При проведении испытаний и исследований роботов выделяют три группы технических характеристик: конструктивно-геометрические (модульность, габаритные размеры, зоны обслуживания, число степеней свободы, маневренность и др.); энергетические (грузоподъемность, мощность приводов, масса робота и др.); информационные (надежность, внешние связи робота, характеристики сенсорных датчиков, управление и программирование).

Методы установления данных технических характеристик подобны тем, которые применяются при испытаниях промышленных роботов. Однако в них необходимо внести существенные особенности, учитывающие физиологию животных. В связи с этим возникает необходимость определения физиологических показателей животных, обслуживаемых непосредственно или косвенно роботами. Для эффективной работы РТК необходимо осуществлять подбор групп коров по анатомическим и морфологическим признакам.

К сожалению, все существующие методики испытаний доильного оборудования не позволяют учесть влияние отдельно взятого фактора в отрыве от других. Отсюда возникает трудность воспроизведения экспериментальных исследований и адекватное повторение результатов. Таким образом, встает задача разработки таких методик испытаний и определения таких критериев оценки, по которым можно получать сопоставимые данные [2].

Основными оценочными показателями степени совершенства доильного оборудования являются уровень содержания в крови животных лизоцима и  $\beta$  — лизина, а также форма и характер кривой молокоотдачи. Способ оценки доильного оборудования по форме и характеру кривой молокоотдачи используется многими исследователями и дает достаточно достоверные результаты [1].

К сожалению не имея группу достоверно подобранных животных-аналогов, трудно рассчитывать на объективность сравнительных испытаний. Кроме того, воздействие на животных новых машин может отрицательно сказаться на состоянии их здоровья.

Таким образом, испытания доильного оборудования РТК нужно проводить в лабораторных условиях на специальных стендах, которые в своей работе могли бы создавать различные режимы доения [3, 4, 5, 6].

**Литература:**

1. Герасименко И. В. «Разработка методики и определение конструктивно-режимных параметров испытательного стенда для доильных аппаратов»: Дис. канд. техн. наук. Оренбург. 2008. — 151 с.
2. Шахов В. А., Поздняков В. Д., Козловцев А. П., Герасименко И. В. Повышение эффективности использования и эксплуатационной надежности доильных аппаратов / Вестник ЧГАА том 67/1 // Научный журнал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Челябинская государственная агроинженерная академия» — Челябинск 2014. — С. 60–64.
3. Соловьев с. А., Герасименко И. В. Стенд для испытания доильных аппаратов Патент РФ № 2279797, Бюл. № 20, 20.07.2006.
4. Соловьев с. А., Герасименко И. В., Шахов В. А. Стенд для испытания доильных аппаратов Патент РФ № 2285390, Бюл. № 29, 20.10.2006.
5. Соловьев с. А., Герасименко И. В., Шахов В. А. Стенд для испытания доильных аппаратов Патент РФ № 2298317, Бюл. № 13, 10.05.2007.
6. Соловьев с. А., Герасименко И. В., Шахов В. А. Контрольно-испытательный комплекс Патент РФ на полезную модель № 66150, Бюл. № 25, 10.09.2007.

## Европейские, американские и российские нормативные требования к вентиляции и кондиционированию

Костенко Валерия Алексеевна, студент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*В современных условиях роста потребности в комфорте и экономии средств существует необходимость неуклонно совершенствовать системы жизнеобеспечения зданий. Что в первую очередь касается нормативного регулирования этой области. Цель статьи заключалась в рассмотрении и критической оценке существующих требований к вентиляции и качеству внутреннего воздуха, содержащихся в национальных и зарубежных нормативно-законодательных документах. В статье приведено краткое описание и сравнительный анализ требований США, Европы и России к минимальному объему приточного воздуха и качеству воздуха в помещении. Рассмотрены причины различий и направления развития.*

**Ключевые слова:** вентиляция, кондиционирование, качество воздуха, ASHRAE62.1, EN13779, СП 60.13330

Качество воздуха (IAQ) является одной из главных экономических и санитарно-гигиенических характеристик среды обитания каждого человека. От его показателей зависит качество труда, здоровье и производительность. Поэтому любое инженерное мероприятие по обеспечению качества воздуха должно быть организовано на четкой нормативной базе, основанной на многочисленных исследованиях и накопленном опыте.

На сегодняшний день, с учетом увеличения герметичности оконных проемов в строящихся зданиях и повышения теплозащиты в них, важный акцент ставится на установление оптимального воздухообмена в жилых и производственных помещениях для: соблюдения требований по энергосбережению, создания комфортного микроклимата, обеспечения санитарно-гигиенических условий.

На международном уровне такие организации, как Международная организация по стандартизации (ISO), Американское общество инженеров в сфере отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха (ASHRAE), Международный совет по научным исследованиям, практическому изучению и документации строительного дела (CIBC), Европейский комитет по стандартизации (CEN), Федерация европейской ассоциации в сфере

отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (REHVA), Всемирная организация здравоохранения (WHO) и другие, регулярно пишут и пересматривают документы, касающиеся микроклимата помещений.

Кроме того, стоит отметить, что существуют международные и национальные стандарты, а также нормативные документы, определяющие требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха (EN13779 [1], ASHRAE62.1 [2], СП 60.13330 [3]), тепловому комфорту и микроклимату помещений (EN15251 [4], EN ISO 7730 [5], CR1752 [6], ASHRAE55 [7], ГОСТ 30494 [8]) [9]. Данные документы определяют требования и методы для достижения качества внутренней среды при проектировании систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха, после ввода в эксплуатацию систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха, во время эксплуатации систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха, для контроля систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха.

### Стандарты ASHRAE

Очень часто многие из существующих национальных и международных стандартов качества воздуха поме-



щений ссылаются на нормы, опубликованные ASHRAE, хотя с юридической точки зрения они являются необязательными к исполнению. Это происходит потому, что среди зарубежных стран наибольшего успеха добились США, принимающие во внимание опыт разработки требований к качеству внутреннего воздуха помещений таких стран, как Дания, Финляндия и Германия. Проведя собственные глубокие исследования, США разработали стандарт «Вентиляция и приемлемое качество воздуха». Данный стандарт обновляется каждые три года. Последняя его редакция осуществилась в 2016 году [2].

Стандарт 62.1 претерпел некоторые ключевые изменения на протяжении многих лет, начиная с первого издания в 1973 году, что отражает постоянно расширяющийся объем знаний, опыта и исследований, связанных с вентиляцией и качеством воздуха. Стандарт оставляет неизменной цель: отмечать минимальные величины расхода воздуха и указывать меры, обеспечивающие приемлемое качество воздуха в помещениях, чтобы свести к минимуму неблагоприятное воздействие на здоровье человека [11].

На сегодняшний день стандарт для определения минимального показателя расхода приточного воздуха придерживается трех альтернативных процедур: методики определения кратности воздухообмена (VRP), качества воздуха в помещении (IAQP) и естественной вентиляции (NVP):

- VRP — предусматривает косвенное решение для контроля загрязнителей воздуха в помещениях. Он включает в себя: эффективное расположение устройств подачи и удаления воздуха, варьирование кратности воздухообмена, основанное на показателях потребления и изоляции компонентов системы HVAC, переохлаждение хладагентов и т.д.;

- IAQP — предусматривает прямое решение путем сокращения и регулирования концентраций загрязняющих веществ через очистку воздуха [12];

- NVP — предусматривает минимальные размеры наружных входных отверстий для естественной (пассивной) вентиляции.

В то время, как VRP сосредоточена главным образом в обеспечении приемлемого качества воздуха, IAQP призвана уменьшать эксплуатационные расходы системы вентиляции и кондиционирования, обеспечивая при этом здоровую окружающую среду. В большинстве случаев NVP должен применяться совместно либо с VRP, либо с IAQP, так как необходимо предусматривать механическую систему, когда естественная недостаточна или недостаточна [13].

Стандартом, обеспечивающим минимальные требования к микроклимату в помещении, является ASHRAE Standard 55 [3]. Он устанавливает диапазоны параметров окружающей среды, которые являются приемлемыми для достижения теплового комфорта пользователей. Был впервые опубликован в 1966 году, а с 2004 года периодически обновляется. В стандарте сказано: «Целью является определение комбинаций параметров микроклимата в помещении и личностных факторов, которые будут создавать термические условия

окружающей среды, приемлемые для большинства находящихся в помещении людей». Основными параметрами микроклимата по стандарту ASHRAE являются: температура, тепловое излучение, влажность и скорость воздуха. К персональным факторам стандарта относятся: физическая активность и изоляция одежды.

В стандарте ASHRAE представлены методы прогнозирования общей тепловой чувствительности и степени дискомфорта (тепловой неудовлетворенности) людей, подвергающихся воздействию умеренной тепловой среды. Это позволяет аналитически определять и интерпретировать тепловой комфорт путем расчета прогнозируемой средней оценки (PMV), показателя прогнозируемого процента недовольных (PPD) и местных критериев теплового комфорта, давая условия окружающей среды, приемлемые как для общего теплового комфорта, так и для местного дискомфорта. Он применим к здоровым мужчинам и женщинам, находящимся в помещениях, где необходим теплый комфорт, но при умеренных отклонениях.

Преимущество стандарта ASHRAE заключается в том, что он учитывает динамическое изменение режимов работы вентиляции жилых и общественных зданий. Это реализуется системой вентиляции с переменным расходом воздуха (VAV) с помощью регулирования количества подаваемого свежего воздуха сверх минимального и путем изменения реально складывающейся обстановки, определяемой количеством людей внутри вентилируемого помещения.

## Европейские стандарты

Европейские стандарты (EN) для проектирования сооружений, зданий и строительной продукции разрабатываются CEN на основе международных стандартов ISO и IEC. Они в первую очередь нацелены на выполнение требований Директивы EPBD [14]. Выполнение государствами, членами Европейского союза, требований данной Директивы — важный компонент в реализации ими обязательств Киотского протокола.

Для разработки EN в области вентиляции зданий организован специальный технический комитет по стандартизации CEN/TC156, который разработал нормативный документ CR1752 [6] и стандарт EN13779 [1].

Еще одним европейским стандартом является стандарт EN15251 [4]. В отличие от стандарта EN13779, который регламентирует требования к системам кондиционирования воздуха и вентиляции, основным положением стандарта EN15251 являются показатели микроклимата помещения. Упоминание микроклимата помещений несколько раз встречается в тексте директивы EPBD. Во-первых, энергосберегающие мероприятия не должны реализовываться в ущерб комфорту и здоровью людей. Во-вторых, кроме фактической величины энергопотребления и энергетического сертификата, для каждого здания рекомендуется указывать расчетные параметры микроклимата и показатели уровня климатического комфорта. В связи с этим появляется необходимость определения перечня показателей ми-

кроклимата помещений, применяемых при расчетах энергопотребления, проектирования помещений и мониторинга рабочих условий [15].

Ключевые моменты стандарта EN15251:

- установка показателей микроклимата помещений, влияющих на энергетическую эффективность зданий, и указание способа определения исходных данных для расчета энергетической эффективности инженерных систем зданий и их проектирования;
- описание методов оценки микроклимата помещений в долгосрочной перспективе расчетными методами или по результатам измерений;
- определение показателей, используемых для отображения и мониторинга показателей микроклимата помещений в существующих зданиях;
- применение преимущественно для гражданских (жилых и общественных) зданий, в которых требуемые показатели микроклимата обуславливаются присутствием в здании людей.

## Российское нормирование

В течение последних десятилетий в России осуществляется разработка федеральных нормативных документов, регламентирующих требования при расчете и проектировании HVAC-систем в административно-бытовых и гражданских зданиях: СП 54.13330.2011 [16], СП 118.13330.2012 [17], СП 60.13330.2012 [3] — и стандартов, устанавливающих общие требования к допустимым и оптимальным показателям микроклимата и методы контроля: ГОСТ Р EN 13779—2007 [18], ГОСТ 30494—2011 [8].

Со вступлением в силу Федерального Закона «О техническом регулировании» [19] в 2003 году в России наступил переходный этап развития стандартизации, одним из принципов которой является применение международных стандартов как основы разработки национальных стандартов. Поэтому нормативная база, действующая в отрасли, представляет собой набор переработанных и актуализированных советских документов совместно с переводными документами Европейского союза и вновь разработанными стандартами.

Примером переводного документа ЕС является ГОСТ Р EN 13779, где впервые был введен термин «качество воздуха» взамен «чистота воздуха», используемого ранее в нормативных документах. Данное новшество стало причиной горячих споров специалистов области, так как в некоторых моментах стандарт стал противоречить СП 60.13330.2012 [20].

Стоит отметить, что последние издания нормативных документов имеют тенденцию сокращения установленной мощности HVAC-систем зданий. Это подтверждается их сугубо экономической направленностью при выборе расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха [21].

## Сравнительный анализ

Требуемые величины параметров микроклимата помещений, регламентируемые рассматриваемыми стан-

дартами России, США и Европы, указаны в сводной Таблице 1. В тексте оригинальных документов ASHRAE и EN значения вентиляционного воздухообмена указаны в размерности л/с. Для удобства понимания в настоящей статье приведенные значения пересчитаны в м³/ч ( $1 \text{ л/с} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Все из предложенных стандартов определения требований к вентиляции в зданиях касаются вопросов комфорта и здоровья пользователей. В новых зарубежных стандартах, включая ASHRAE и EN, для определения расхода приточного воздуха требуемая норма основывается на количестве жителей в помещении и площади его пола.

Потому как в жилых и общественных зданиях нет значительных других источников загрязнения, кроме углекислого газа, стандарты устанавливают рекомендуемый уровень вентиляции на одного человека, в соответствии с эмиссией CO<sub>2</sub>. Другие вредные газовые выделения в помещениях приводят к эквивалентам углекислого газа. В связи с этим концентрация углекислого газа была принята в качестве индикатора качества воздуха.

Одной из главных причин различия стандартов ASHRAE и EN является тот факт, что требования ASHRAE основаны на адаптировавшихся пользователях (люди привыкают к качеству воздуха на протяжении, как минимум, 15 минут), а европейские рекомендации — на неадаптировавшихся людях [22—24]. Увеличение воздухообмена повышает комфортность, однако вместе с этим: увеличиваются энергетические затраты на обработку и транспортировку наружного приточного воздуха, усложняются системы вентиляции и воздухораспределения [25]. EN15251 не заостряет внимания на очистке воздуха, в отличие от ASHRAE62.1. Хотя на сегодняшний день все больше интереса проявляется к разработке оборудования для очистки воздуха. Это может стать приемлемым способом уменьшения расхода наружного воздуха и позволит экономить энергию, обеспечивая должное качество внутреннего воздуха. CEN-ISO и ASHRAE разрабатывают стандартные методы испытаний, которые будут измерять эффективность очистки воздуха или эквивалентное количество наружного воздуха, называемое скоростью подачи чистого воздуха [26].

В обоих стандартах методика определения расхода приточного воздуха базируется на следующей формуле:

$$V_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z, \quad (1)$$

где  $R_p$  — требуемый расход приточного воздуха на человека, м³/ч;

$P_z$  — количество людей на единицу площади;

$R_a$  — требуемый расход приточного воздуха на единицу площади помещения, м³/ч;

$A_z$  — площадь помещения, м².

Тогда как в российском стандарте расчет ведется по семи формулам: по избыткам влаги, по избыткам полной теплоты, по избыткам явной теплоты, по нормируемой кратности воздухообмена, по нормируемому удельному расходу приточного воздуха на единицу площади или количество потребителей.

Из полученных величин выбирается самый высокий показатель. Данный подход у специалистов и инженеров вызывает множество вопросов. В связи с этим на прак-

Таблица 1

## Требуемые величины параметров микроклимата помещений

Параметр	Российские стандарты	Стандарты ASHRAE	Европейские стандарты
Температура в холодный период времени	14–24 °C	20–24 °C	19–25 °C
Температура в теплый период времени	18–28 °C	23–26 °C	22–27 °C
Относительная влажность	30–60%	30–65%	20–70%
Скорость воздуха	0.15–0.3 м/с	≤ 0.25 м/с	0.15–0.3 м/с
Допустимый уровень CO <sub>2</sub>	400–1000 ppm	Не более чем на 700 ppm выше уровня наружного воздуха	350–800 ppm
Расход приточного воздуха	18–72 м <sup>3</sup> /ч на человека или 1–3 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> *	9–36 м <sup>3</sup> /ч на человека + 1.1–3.2 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> или 2.4–37.1 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> **	14.4–52.9 м <sup>3</sup> /ч на человека + 1.1–7.2 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> ***

\* расход наружного воздуха в помещении принимается не менее минимального значения, определенного нормой на 1 человека или на 1 м<sup>2</sup> помещения (если в нем не предусмотрено постоянное нахождение людей) либо по формулам из условия ассимиляции тепло- и влаговыведений и по массе выделяющихся вредных или взрывоопасных веществ, принимая большую из величин;

\*\* расход наружного воздуха в помещении принимается как сумма постоянных (из расчета расхода на 1 м<sup>2</sup> помещения) и переменных (из расчета расхода на 1 человека) показателей либо, при фиксированном числе потребителей, как неизменную величину;

\*\*\* расход наружного воздуха в помещении принимается достаточным, чтобы рассеивать биологические выделения людей и вредности, выделяемые самим зданием и его инженерными системами.

тике при проектировании систем, разработке отдельных элементов и выборе методов и средств автоматизации встречаются случаи односторонней оценки тех или иных решений без должного обоснования их оптимальности для заданных конкретных условий.

Несмотря на то, что сегодня в Российской базе нормативных документов имеются руководства и стандарты для расчета минимальных расходов воздуха, они являются далеко не исчерпывающими. Целью этих стандартов является прямолинейный расчет необходимой вентиляции, как это применяется для расчета нагрузок по охлаждению. Однако в эпоху стремления повысить уровень жизни стало необходимым знать требования к приемлемому качеству внутреннего воздуха, которые основаны на комфорте, здоровье и эффективности.

## Выводы

Проанализировав действующие в разных странах технические регламенты в области вентиляционных систем можно сделать следующие выводы:

1. Значения показателей, приведенных в используемых на практике российских нормативах и стандартах,

существенно расходятся, что объясняется трудностью понимания некоторых требований.

2. Величины расхода приточного воздуха, указанные в нормативных документах, ниже, чем рекомендуемые значения, опубликованные в американских и европейских стандартах и рекомендациях WHO [27–29]. В результате в помещении обеспечиваются более высокие концентрации загрязнений и более низкий уровень вентиляционного воздухообмена.

3. Существует необходимость согласования требований к вентиляции и качеству внутреннего воздуха международного уровня.

Стоит заметить, что в обеспечении человека определенным количеством свежего воздуха для дыхания не может быть «национальных особенностей», поэтому стоит ориентироваться на физиологически обоснованные нормы [30]. Однако при адаптации зарубежных нормативных документов в отрасли, необходимо учесть важное условие: площадь помещения, которая приходится на одного человека, согласно стандартам ASHRAE и EN, составляет 10 м<sup>2</sup>, тогда как в России — 5–6 м<sup>2</sup>. Данная особенность вызывает необходимость пропорционально увеличить величину воздухообмена на 1 м<sup>2</sup> помещения.

## Литература:

1. EN13779:2007 Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems.
2. ASHRAE/ANSI Standard 62.1—2016 Ventilation for acceptable indoor air quality.
3. СП 60.13330.2012 Отопление вентиляция и кондиционирование воздуха.
4. EN15251:2007 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings.

5. EN ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort.
6. CR1752:1998 Ventilation for buildings — design criteria for the indoor environment.
7. ANSI/ASHRAE Standard 55—2013 Thermal environmental conditions for human occupancy.
8. ГОСТ 30494—2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
9. Olesen B. W. International standards for the indoor environment // Indoor Air. — 2004. — № 14(s7). — С. 18—26.
10. Ливчак В. И. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения // АВОК. — 2007. — № 6. — С. 4—9.
11. ANSI/ASHRAE/ACCA Standard 180—2012 Standard practice for inspection and maintenance of commercial building HVAC systems.
12. Muller C. Achieving IAQ & energy conservation goals with ASHRAE62.1—2004 requirements, applications and case studies // ASHRAE Journal. — 2006. — № 2007.
13. Stanke D. Minimum outdoor airflow using the IAQ procedure // Trane Engineers Newsletter. — 2011. — Vol. 40. — № 3. — С. 1—6.
14. 2010/31/EC Energy Performance of Buildings Directive.
15. Olesen B. W. Indoor environmental criteria for design and calculation of energy performance of buildings — EN15251 // 6th International Conference on Indoor Air Quality. — Ventilation & Energy Conservation in Buildings, 2007.
16. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные.
17. СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения.
18. ГОСТ Р ЕН 13779—2007 Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования.
19. Федеральный закон 184-ФЗ О техническом регулировании. 2012.
20. Устинов В. В. Определение минимального расхода наружного воздуха при проектировании систем вентиляции. АВОК. — 2016. — № 6. — С. 36—43.
21. Алейников А. Е., Федоров А. Б. Современные требования к расчетным параметрам внутреннего и наружного воздуха для проектирования зданий // Стройпрофиль. — 2005. — № 2—05.
22. Gunnarsen L., Fanger P. O. Adaptation to indoor air pollution // Environment International. — 1992. — Vol. 18. — С. 43—54.
23. USA — Europe: disagreements remain // Results of REHVA forum. — 2009. — № 5.
24. Проблемы сравнения энергетических характеристик зданий // АВОК. — 2010. — № 2. — С. 4—6.
25. Olesen B. W. Revision of EN15251. Indoor environmental criteria // REHVA Journal. — 2012. — № 49(4). — С. 6—12.
26. Olesen B. W. Standards for ventilation and indoor air quality in relation to the EPBD // REHVA Journal. — 2011. — № 1. — С. 28—32.
27. WHO guidelines for indoor air quality. selected pollutants. — Copenhagen: WHO, 2014. — 454 с.
28. WHO guidelines for indoor air quality. dampness and mould. — Copenhagen: WHO, 2014. — 228 с.
29. WHO guidelines for indoor air quality. household fuel combustion. — Geneva: WHO, 2014. — 152 с.
30. Наумов А. Л., Капко Д. В. Локальные системы кондиционирования воздуха в офисных зданиях // АВОК. — 2012. — № 2. — С. 14—22.

## Инновационные методы обучения в преподавании технических дисциплин

Жураева Гулчехра Хамидовна, старший преподаватель;

Усманов Бехзод Шухратович, ассистент;

Ядгарова Азиза Анваровна, ассистент

Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

*В статье предоставлен опыт реализации инновационных видов обучения, который используется в процессе преподавания технических дисциплин. В работе отражены инновационные формы обучения, которые позволяют преподавателям более активировать познавательную деятельность студентов.*

**Ключевые слова:** интерактивная форма обучения, инновационная форма обучения, технические дисциплины, технические средства обучения, мультимедийные системы, интерактивная доска, активизация познавательной деятельности, эффективность образовательного процесса



студент правильно воспринимал информацию, для формирования навыков, мотивации обеспечивающего к обучению и освоению технических дисциплин.

В законе республики Узбекистан об образовании, статье 14 об высшее образование сказано: высшее образование обеспечивает подготовку высококвалифицированных специалистов.

Подготовка специалистов с высшим образованием осуществляется в высших учебных заведениях (университетах, академиях, институтах и других образовательных учреждениях высшей школы) на основе среднего специального, профессионального образования. [1]

Научно-технический прогресс и внешняя среда заставляют современные предприятия превращаться во все более сложные системы, для которых необходимы профессиональные специалисты.

Решение этих проблем во многом зависит от содержания и технологии обучения будущих специалистов в системе высшего образования, а в частности преподавания технических дисциплин. Применение инновационных технологий в технических дисциплинах позволяет отобрать нужное содержание и средства обучения в соответствии с программой, современными требованиями производства и выбранной специальности.

Современный преподаватель должен быть компетентным, знать последние достижения в образовании и технике, также уметь мотивировать студентов. Сформировать у студентов нужное направление деятельности, учитывать психолого-педагогические особенности личности. Последние достижения техники и науки приносят значительные изменения в понимание роли и способов использования информационно-коммуникационных технологий, которые необходимо применять для успешного вовлечения молодежи в учебный процесс и для эффективного, реально полезного расширения интереса к изучаемой технической дисциплине. Применение технических средств обучения (ТСО) и интерактивных форм обучения в технических дисциплинах интенсифицирует передачу информации, расширяет иллюстративный материал, создает проблемные ситуации, организует поисковую деятельность обучаемого, усиливает эмоциональный фон обучения, формирует учебную мотивацию, индивидуализирует и дифференцирует учебный процесс.

— Лекция выступает в качестве ведущего звена всего курса обучения и представляет собой способ изложения объемного теоретического материала, обеспечивающего целостность и законченность его восприятия слушателями. При чтении лекции целесообразно проводить бинарный или веб-бинарный лекции с участием лектора и высококлассного специалиста с производства. Очень эффективно лекции с запланированными ошибками. Такая форма организации лекции привлекает внимание студентов на протяжении всего занятия, так как им предстоит искать ошибки преподавателя. Также очень на лекциях использовать анимационные и видео материалы, при визуальном просмотре материала, он легче усваивается. Однако лекция приучает

к пассивному восприятию изучаемого материала. Для того чтобы этого избежать эффективно используется прямой диалог студентов с лекторами, например, в формате пресс-конференции. При проведении лекционных занятий по техническим дисциплинам, для повышения интереса и усвоения нового материала, используется инновационный метод преподавания с использованием мультимедийной системы — интерактивной доски (ИД).

— В практических занятиях наиболее распространенной формой считается работа, в малых группах состоящая из 5–7 человек. Группам даются кейсы, которые им предстоит решить. Задания рассчитаны на 5–10 минут, каждый студент должен досконально разбираться в решении данной задачи. Студенты, первыми выполнившие работу, помогают остальным отстающим сотоварищам, используя метод взаимообучения. Можно также использовать виртуальные среды NI Multisim, LAB VIEW, Logic или Crocodile для создания виртуальных макетов выполненной задачи. [2]

— При выполнении проектирования эффективно использовать интернет ресурсы, технологии мозговой штурм и теорию решения изобретательских задач. При выполнении задания студенты учатся искать материал для работы, грамотно излагать свои мысли, слушать собеседника, находить несколько видов решения задания, используя технические средства обучения, позволяют выйти за рамки учебной аудитории; сделать видимым то, что невозможно увидеть невооруженным глазом, имитировать любые ситуации, обсуждать варианты решения и выбирать наиболее оптимальное решение. [3]

— При проведении лабораторных работ по «Электронике и схемотехнике» перед студентами ставится следующая задача: задаются схемы ТТЛ и КМОП на ЛЭ 2И-НЕ студенты в малых группах должны изучить методические материалы, собрать схемы на физических макетах, снять результаты измерения, построить график ВАХ и передаточные характеристики элементов, выполнит виртуальную лабораторную работу, сравнит параметры схем и графика. Для выполнения работы, студенты формируют, малые группы работают в команде:

Студент № 1 — собирает схему на ТТЛ

Студент № 2 — собирает схему на КМОП

Студент № 3 — снимает результаты обеих схем

Студент № 4 — строит график ВАХ для ТТЛ схемы

Студент № 5 — строит график ВАХ для КМОП схемы

Студент № 6 — работает с виртуальной лабораторной работой

Студент № 7 — ищет материалы по данным схемам в Интернет-ресурсах

Команда работает сплоченно, так как если не работает, хотя бы одно звено результата работы не будет.

— Сущность учебной дискуссии состоит в обмене взглядами на решение конкретной задачи. Важной функцией дискуссии является постоянное стимулирование и поддержания учебно-познавательной деятельности студента, она способствует приобретению новых навыков, так как студентам предлагается придумать несколько способов достижения результата. [4]

Преимущества ТСО в технических дисциплинах:

- 1) оказывают сильное эмоциональное воздействие;
- 2) позволяют показать процесс или явление в его развитии, динамике;
- 3) вызывают многообразные ощущения (мир звуков и красок);
- 4) обеспечивают высокий эмоциональный тонус, и, как правило, повышенную работоспособность;
- 5) снижают затраты необходимого времени обучающего.

Использование инновационных методов обучения дает эффективный результат в образовательном процессе. Инновационные технологии в науке и техники можно сочетать между собой. У каждого преподавателя вуза имеется более 20–25 интерактивных методов обучения в копилке при работе со студентами. Не обязательно знать все имеющиеся интерактивные методы обучения. Важно использовать те методы, который наиболее часто использует преподаватель с использованием ТСО.

Применение ТСО в технических дисциплинах интенсифицирует передачу информации, расширяет иллюстративный материал, создает проблемные ситуации, организует поисковую деятельность обучаемого, усиливает эмоциональный фон обучения, формирует учебную мотивацию, индивидуализирует и дифференцирует учебный процесс. [5]

Преимущества ТСО в технических дисциплинах:

- 1) оказывают сильное эмоциональное воздействие;
- 2) позволяют показать процесс или явление в его развитии, динамике;
- 3) вызывают многообразные ощущения (мир звуков и красок);
- 4) обеспечивают высокий эмоциональный тонус, и, как правило, повышенную работоспособность;
- 5) снижают затраты необходимого времени обучающего.

Дидактические требования по подготовке занятия с использованием современных технических средств обучения:

- 1) проанализировать цели занятия, его содержание и логику изучения материала;
- 2) выделить главные элементы, которые должны быть усвоены обучаемым;
- 3) установить, на каком этапе, и для какой цели необходимо использование технических средств обучения;
- 4) отобрать оптимальные технические средства обучения;
- 5) определить методы и приемы, с помощью которых будет обеспечена познавательная деятельность обучаемых, сформулировать задания. Современные компьютеры позволяют достигать самых разнообразных дидактических целей — с их помощью можно организовать демонстрацию изучаемого предмета, явления или процесса, проверить знания слушателей с помощью теста, смоделировать работу какого-либо устройства в разных состояниях (в том числе аварийных) и др. [6]

Анализ результатов проведенных занятий с использованием инновационных технологий показывает, что существенно повышается:

- Интерес студента к дисциплине;
- Активизация студентов;
- Умение работать в команде;

Применение инновационных технологий в учебном процессе необходимая составляющая современного обучения студентов. Работая с интерактивными и инновационными технологиями преподаватель, достигает эффективности освоения учебного материала. Необходимо помнить, что сверхсовременные ТСО не обеспечат необходимого эффекта, если они будут использоваться неумело, без необходимой методической подготовки и разработки дидактических материалов, с нарушением эргономических и психолого-педагогических требований, с необоснованным расширением областей их применения.

Инновационные методы обучения способствуют качественной подготовке специалистов, которые способны широко применять полученные знания на предприятиях. [7]

## Литература:

1. В законе республики Узбекистан об образовании (Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1997 г., № 9, ст. 225; 2013 г., № 41, ст. 543)
2. Арипов Х. К., Абдуллаев А. М., Алимова Н. Б., Бустанов Х. Х., Обьедков Е., Тошматов Ш. Электроника — Т.: Изд. «Фан ва технология», 2011.
3. Муслимова Н. А., ва б. «Инновацион таълим технологиялари» ўқув-методик қўлланма. — Т.: Низомий номидаги ТДПУ, 2015
4. Рўзиева Д., Усмонбоева М., Холикова З. «Интерфаол методлар: моҳияти ва қўлланиши» ўқув-методик қўлланма. -Т.: Низомий номидаги ТДПУ, 2015
5. Арсеньева Е. С., Когосова Ю. П., Мецлер А. А., Томилина М. Е. «Опыт применения интерактивных форм обучения в процессе преподавания технических дисциплин» Концепт.-2016. -№ 02-ART16037
6. В. В. Гузеев А. Н. Дахин Н. В. Кульбеда Н. В. Новожилова «Образовательная технология XXI века деятельность ценности успех» — М. Центр «Педагогический поиск», 2004. — 96 с.
7. Jurayeva G. X. Innovative teaching methods in the teaching of radio engineering disciplines // Молодой ученый. — 2016. — № 20. — С. 151–153.

## Решение задач анализа и синтеза на имитационных моделях: обоснование межоперационных запасов в станочных системах аналитическими методами

Чамеев Василий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Иванов Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент;

Карылин Богдан Евгеньевич, магистрант;

Кулаков Павел Сергеевич, студент

Уральский государственный лесотехнический университет (г. Екатеринбург)

Гаев Константин Юрьевич, учащийся 11 класса

МБОУ «Гимназия № 5» г. Екатеринбурга

*Исследована работа одноканальной системы массового обслуживания в лесообработывающем цехе с механизмом обслуживания — головным круглопильным станком с кареткой (ГСИД) на раскрое круглых лесоматериалов. Обоснована ёмкость питателя перед станком. Последовательное исследование станков в станочной системе позволит синхронизировать их работу и повысить пропускную способность всего технологического потока.*

**Ключевые слова:** теория массового обслуживания, межоперационный запасы, лесопиление

На лесообработывающие станки, станочные системы в процессе функционирования действует множество факторов, в основном, случайной природы [1]. Данное обстоятельство позволяет отнести лесообработывающие станки, станочные линии к сложным системам [2, 3]. Анализ современного состояния математики и работ по теории сложных систем позволяет для практического изучения лесотехнических объектов принять динамический уровень. Из математических схем динамических систем наибольший интерес для исследования лесотехнических объектов представляет непрерывно-стохастический (Q-схемы) подход [2, 3].

Особенности непрерывно-стохастического подхода часто рассматриваются на примере использования типовых математических схем систем массового обслуживания (СМО). СМО представляет собой класс математических схем, разработанных в теории массового обслуживания (ТМО) и в различных приложениях для формализации процессов функционирования систем, которые по своей сути являются процессами обслуживания. Характерным для СМО является случайное появление требований (заявок) на обслуживание и завершение обслуживания в случайные моменты времени, т.е. носит стохастический характер их функционирования.

Для оценки характера СМО используют аналитические модели ТМО. В более сложных случаях применяют имитационные модели [4, 5]. ТМО позволяет раскрыть природу очередей, что обеспечивает возможность лучшего управления процессом. Некоторые примеры очередей: 1. очередь покупателей лесопромышленного предприятия; 2. очередь автомобилей и вагонов РЖД, ожидающих погрузки лесопромышленного склада; 3. вышедшие из строя машины, станки и механизмы, поставленные в очередь для ремонта; 4. ожидание лесообработывающим цехом сырья и т.д.

Рассмотрим на примере исследование функционирования одноканальной СМО с механизмом обслужи-

вания — продольно-распиловочным станком с кареткой для индивидуального деления круглых лесоматериалов, установленного в голове потока лесообработывающего цеха [6, 7]. Для указанной СМО источником требований (бревен) будет являться работа бревнобрасателя, подающего сырьё с продольного транспортера на питатель головного станка индивидуального деления круглых лесоматериалов (ГСИД). Очередь перед ГСИД создается на поперечном транспортере-накопителе реверсивного действия. СМО можно описать задавая следующие ее компоненты:

1. входной поток, т.е. поток поступающих требований (бревен) на обслуживание (распиловку);
2. дисциплина очереди;
3. механизм обслуживания (ГСИД).

*Входной поток.*

Выбор того или иного теоретического вероятностного распределения, описывающего входной поток, зависит от физической сущности процесса и требуемой точности результата. С достаточной для практики точностью входной поток поступления бревен с подающего транспортера на питатель станка можно принять обладающим свойствами:

1. стационарность;
2. Отсутствие последствий;
3. Ординарность. Потоки, обладающими такими свойствами, называются простейшими или пуассоновскими. В нашем случае проверка близости эмпирических распределений с показательным подтверждается критерием  $\chi^2$  Пирсона [6, 8]. Преимуществом принятия на сброске брёвен на питатель станка пуассоновского потока следует считать возможность применения для расчётов простых аналитических методов. Модели, в которых входной поток не является пуассоновским, в ТМО разработаны слабо и слишком громоздки аналитически. Применение при этом методов статистического моделирования при решении частных, узких задач вряд ли окажется всегда целесообразным.

Для простейшего потока функция распределения моментов времени между смежными поступлениями сырья на питатель ГСИД выглядит следующим образом:

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Интенсивность потока  $\lambda$  определяется как  $1/t_u$ ,  $t_u$  — среднее время между смежными поступлениями требований к ГСИД.

#### *Дисциплина очереди.*

Совершенно ясно и очевидно, что на изучаемой технологической операции дисциплина очереди — «первым пришёл — первым обслужен». Никаких приоритетов и ограничений на обслуживание здесь не наблюдается. Причём, очередь без потерь.

#### *Механизм обслуживания.*

Кроме характеристик входного потока требований, режим работы системы МО зависит ещё и от характеристик производительности механизма обслуживания. Одной из важнейших величин, связанных с СМО, является время обслуживания требований.

Обработка эмпирических распределений длительности распиловки лесоматериалов на станках показала удовлетворительную сходимость их с рядом теоретических вероятностных распределений: нормальным; логнормальным; Эрланга и экспоненциальным [8]. Наиболее распространенным теоретическим вероятностным распределением в ТМО является распределение Эрланга. Оно обладает следующими свойствами. При параметре  $r = 1$  распределение Эрланга переходит в экспоненциальное, при  $r \geq 5$  приближается к нормальному. При дальнейшем увеличении  $r$  поток Эрланга приближается к регулярному [10]. Результаты статистической обработки наблюдений показывают, что на время цикла распиловки лесоматериалов действуют множество случайных факторов. Среди них можно выявить доминирующие, у которых можно оценить степень их влияния на продолжительность распиловки, вид теоретического распределения и его параметры [9].

Интенсивность механизма обслуживания  $\mu$  определяется как обратная величина средней продолжительности обслуживания (обработки) требований (бревен)  $\mu = 1/t_{\text{ср}}$ .

#### *Выбор математической модели ТМО.*

По образному выражению Е.С. Вентцель [10] математических моделей в ТМО столько, сколько грибов в лесу. Задача состоит в том, чтобы из множества существующих моделей выбрать наиболее простую, но в тоже время удовлетворяющую заданной точности расчетов. Проведенный аналитический обзор [10] позволяет обратить внимание на модели М/М/1, М/Е/1 и М/Г/1 (обозначения по Кендаллу), в которых входной поток пуассоновский (М), механизм обслуживания описывается либо экспоненциальным распределением (М), либо распределением Эрланга (Е). В случае, если механизм обслуживания описывается как то иначе, то Г, т.е. относительно вида распределения длительности обслуживания не делается никаких специальных предположений.

По проведенным ранее исследованиям [9] вид вероятностного теоретического распределения длительности

интервалов времени раскроя круглых лесоматериалов на ГСИД зависит от толщины распиливаемого сырья и, следовательно, от длительности его раскроя. Таким образом, модели М/М/1, М/Е/1 и М/Г/1 полностью пригодны для решения поставленных задач.

Из перечня операционных характеристик одноканальной СМО, для обоснования межоперационных запасов лесоматериалов в станочной системе, наиболее важной является число требований в очереди  $N_0$ .

Для модели М/М/1

$$N_0 = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (2)$$

Для модели М/Е/1

$$N_0 = \frac{r+1}{2r} \cdot \frac{\lambda_p^2}{\mu(\mu-\lambda_p)} \quad (3)$$

Для модели М/Г/1

$$N_0 = \frac{\lambda_p^2 \sigma^2 + \rho^2}{2(1-\rho)} \quad (4)$$

В вышеприведённых формулах (2–4)  $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$  —

коэффициент загрузки механизма обслуживания;  $\lambda$  — интенсивность входящего потока;  $\mu$  — интенсивность (скорость) обслуживания;  $r$  — порядок распределения Эрланга;  $\lambda_p = \mu \cdot \rho$ ;  $\sigma^2$  — дисперсия случайной величины (длительность обслуживания требования).

Порядок распределения Эрланга  $r$  определяется при проверке эмпирического распределения с теоретическим по критерию согласия  $\chi^2$  Пирсона или из выражения [11]

$$\sigma_t / t_{\text{ср}} = 1 / \sqrt{r+1} = V \quad (5)$$

где  $V$  — коэффициент вариации.

При  $V = 0,33$  (характерно для механизмов обслуживания лесной отрасли)  $r = 8$ . Для других значений  $V$  (в долях от 1)

$$r = (1/V^2) - 1 \quad (6)$$

Эрланговское распределение продолжительности циклов лесобрабатывающих станков часто можно заменить нормальным распределением с соответствующими параметрами, так как при  $r > 5$  вероятности этих распределений сходятся между собой.

Таким образом, задавая различные значения коэффициента загрузки прибора  $\rho$  и подставляя в перечисленные формулы (2–6) полученные путём статистической обработки хронометражного материала, можно найти оптимальный режим функционирования СМО.

Основным мероприятием, необходимым для поддержания требуемой производительности станков в лесобрабатывающих цехах, является создание питателей оптимальной ёмкости между смежными станками в станочной системе с целью сглаживать все неравномерности в технологическом процессе. Формулы (2–6) позволяют нам определить необходимое число требований на питателе станка при заданном коэффициенте загрузки.



Математическая модель операции раскря круглых лесоматериалов строится на базе статистических данных. Значения случайной величины — длительность распиловки лесоматериалов на станках, которые можно получить:

1. в результате натурных наблюдений в производственных условиях лесобрабатывающего цеха;
2. на имитационных моделях с использованием датчика случайных чисел [12];
3. по литературным данным.

В данной работе значения случайной величины получены первым способом. Результаты статистической обработки, проведенной по методике [12] приведены на рис. 1. Из двух теоретических распределений, описавших эмпирическую гистограмму, выбрано распреде-

ление Эрланга (логарифмически нормальное распределение в аналитических моделях ТМО менее популярно, чем распределение Эрланга). Таким образом, исследование работы лесобрабатывающего станка ГСИД можно проводить по модели ТМО М/Е/1. Для случая, когда эмпирическое распределение по критерию  $\chi^2$  Пирсона не согласуется с распределением Эрланга или его частным случаем экспоненциальным распределением, то можно для исследования применить модель М/Г/1, параметры этой модели показаны на рис. 1.

*Расчет емкости питателя.*

По данным наблюдений за работой головного станка в лесобрабатывающем цехе, представленными в статистической обработке на рис. 1, был произведен расчёт ёмкости питателя. Результаты расчётов при различных

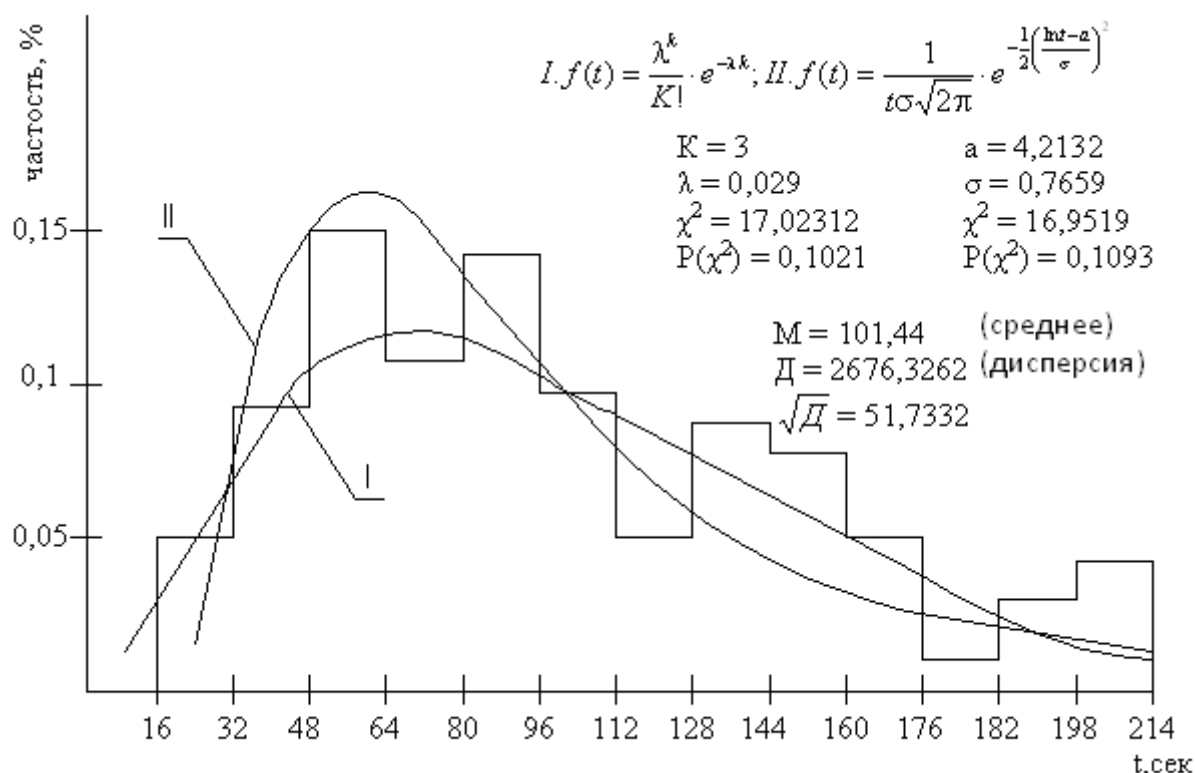


Рис. 1. Экспериментальная гистограмма и теоретические кривые для длительности интервалов времени распиловки бревен на станке ГСИД. (Полевской лесобрабатывающий цех, Свердловская обл.)

Таблица 1

Анализ качества функционирования СМО с ГСИД при различных режимах её организации

№ п/п	$\rho$	$\lambda_p = \rho\mu$ , шт./сек	Модель			
			М/Е/1		М/Г/1	
			$N_0$ , шт.	$l = N_0 \cdot d_{cp}$ , см.	$N_0$ , шт.	$l$ , см
1	0,1	0,001	0,007	0,174	0,007	0,174
2	0,3	0,003	0,08	1,98	0,08	1,98
3	0,5	0,005	0,33	8,17	0,32	7,95
4	0,7	0,007	1,08	26,8	1,03	25,5
5	0,8	0,008	2,14	53,1	2,03	50,2
6	0,9	0,009	5,4	134,0	5,15	128,0
7	0,95	0,0095	12,0	298,0	11,43	282,0
8	0,99	0,0099	65,4	1620,0	62,0	1540,0

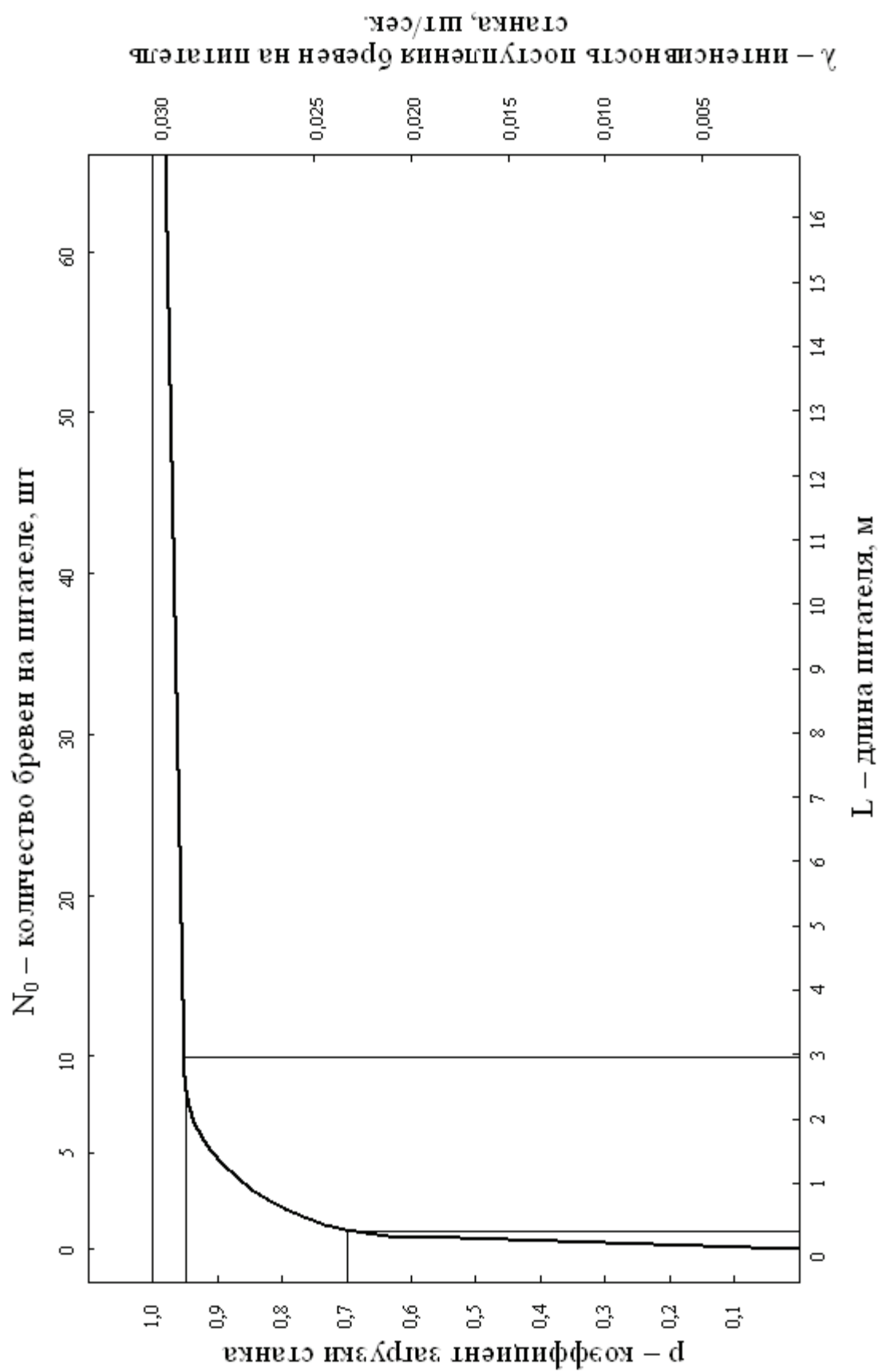


Рис. 2. Зависимость  $L$  и  $N_0$  от коэффициента загрузки станка

коэффициентах загрузки станка представлены в табл. Графическое изображение на рис. 2. Длина питателя перед ГСИД определялась по формуле:

$$l = N_0 \cdot d_{cp} \quad (7)$$

где  $d_{cp} = 24,8$  см — средний диаметр бревен.

Значения таблицы  $\lambda_p$ ,  $N_0$ , 1 подсчитаны при следующих исходных данных: интенсивность обслуживания

$$\mu = \frac{1}{M} = \frac{1}{101,44} \text{ шт/сек; параметр распределения Эр-}$$

ланга  $k=3$ , дисперсия среднего значения времени обслуживания требований  $D=2676,3$  сек<sup>2</sup>, средний диаметр бревна  $d_{cp}=24,8$  см.

Анализ рис. 2 позволяет судить о функционировании СМО. При возрастании размера питателя от 0 до 26,8 см коэффициент загрузки прибора резко возрастает и достигает 0,7. При увеличении размера питателя от 26,8 см до 298 см наблюдается умеренная зона возрастания  $\rho$ . При  $l > 298$  см  $\rho$  практически не увеличивается. Для определения рационального коэффициента загрузки прибора при критериях оптимальности  $\rho \rightarrow \max$  и  $l \rightarrow \min$ , очевидно брать  $\rho > 0,95$  не имеет смысла. Следовательно, оптимальным размером буферной горки головного станка надо считать 298 см, что позволяет использовать станок по времени на 95%.

При исследовании реальных СМО, в которых относительно вида распределения длительностей обслуживания не делается никаких специальных предположений, является то, что не требуется знание закона распределения длительностей обслуживания и его параметров. Это особенно важно, когда механизм обслуживания известными законами распределений описывается неудовлетворительно (в случае  $P(\chi^2) < 0,1$ ), или когда требуются лишь предварительные расчёты параметров функционирования СМО. В некоторых случаях, при анализе производственных процессов с целью выявления узких мест с достаточной для практических ис-

следований точностью при дефиците времени целесообразно применение модели М/Г/1. Анализ таблицы 1 показывает, что параметры функционирования СМО при применении модели М/Г/1 отличаются от параметров системы при применении для расчётов модели М/Е/1 в незначительной степени. Это показывает на приемлемость модели М/Г/1 для исследования технологических процессов в лесоперерабатывающих цехах.

#### *Синхронизация станков в станочной системе.*

Для синхронизации станков во всей станочной системе необходимо «разбить» ее на подсистемы или элементы, описываемые математическим аппаратом ТМО, т.е. необходимо выделить в сложной системе СМО, включающей в себя входной поток, обслуживающие механизмы и выходной поток. При чем, выходной поток или часть его одной системы должен являться входным потоком последующей СМО.

Анализируя последовательность СМО и согласуя выходные и входные потоки смежных СМО можно постепенно, шаг за шагом достичь оптимальности всей сложной динамической системы.

#### *Выводы:*

1. При некоторых ограничениях входной поток брёвен к головным станкам можно считать простейшим.

2. Операцию раскроя лесоматериалов на головных станках лесоперерабатывающих технологических потоков можно с достаточной для практических целей точностью описать при помощи моделей ТМО типа М/Е/1 и М/Г/1.

3. Для исследования узких, частных задач рационально применять одноканальные системы массового обслуживания, которые описываются аналитически. Математический аппарат сравнительно прост и под силу любому инженеру и позволяет обнаружить много скрытых недостатков в технологическом процессе. Аналитические методы ТМО — это сравнительно простой и надёжный инструмент для повышения производительности труда.

#### **Литература:**

1. Обвинцев В.В. Проведение статистических исследований в лесоперерабатывающих цехах леспромпхозов / Н.В. Лившиц, В.В. Обвинцев, В.В. Чамеев // Науч. тр./ СНИИЛП. — Лесозаготовка. — Свердловск, Средне-Уральское изд-во. 1977. С. 128—133.
2. Советов Б.Я. Моделирование систем: Учебник для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. — 3-е изд., испр. и дополн. — М.: Высшая школа, 2003. 343 с.
3. Чамеев В.В. Сложные системы в лесопромышленном производстве / В.В. Чамеев, Ю.В. Ефимов, В.В. Иванов. Екатеринбург: УГЛТУ. 2015. 183 с. Деп. в ВИНТИ 14.12.2015, № 211-В2015.
4. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения / Т.Л. Сати. пер. с англ.; Под ред. И.Н. Коваленко. — М.: Советское радио, 1971. — 520 с.
5. Чамеев В.В. Аналитические методы исследования технологических процессов лесопромышленного производства / В.В. Чамеев, Г.Л. Васильев, Ю.В. Ефимов, С.Б. Якимович, В.В. Иванов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 133 с. Деп. в ВИНТИ 24.07.15, № 117-В2015.
6. Обвинцев В.В. Некоторые модели транспортно-переместительных операций в лесоперерабатывающих цехах леспромпхозов / Н.В. Лившиц, В.В. Обвинцев, В.В. Чамеев // Межвуз. сб. науч. тр. / Ленингр. лесотехн. акад. — 1976. — Вып. 5. — Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса. — С. 126—129.
7. Меньшиков Б.Е. Деревообрабатывающие цехи лесозаготовительных предприятий: учеб. пособие / Б.Е. Меньшиков, Н.А. Кошелева, В.В. Обвинцев, В.В. Чамеев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 94 с.

8. Обвинцев В. В. Применение методов теории массового обслуживания при проектировании раскроечных цехов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев // Тара деревянная: Научн.-техн. реф. сб. ВНИПИ-ЭИлеспром. — 1974. — № 2. — С. 10–11.
9. Чамеев В. В. Математическое описание операций раскроя сырья и полуфабрикатов в лесоперерабатывающих цехах леспромхозов / Н. В. Лившиц, В. В. Обвинцев, В. В. Чамеев // Межвуз. сб. науч. тр. / Ленингр. лесотех. акад. — 1977. — Вып. 6. — Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. — С. 106–110.
10. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. Изд. 2-е, стер. — М.: Наука, 1988. — 208 с. — (Пробл. науки и техн. прогресса).
11. Редькин А. К. Основы моделирования и оптимизации процессов лесозаготовок: Учебник для вузов / А. К. Редькин — М.: Лесн. пром-сть, 1988. 256 с.
12. Чамеев В. В. Решение задач анализа и синтеза на имитационных моделях: разработка математической модели случайной величины / В. В. Чамеев, В. В. Иванов, А. Е. Ефимов, М. Р. Гудиев, Д. А. Завьялов, К. Ю. Гаев // Молодой ученый. — 2016. — № 13(117). — Часть III. — С. 239–252.



# ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

## Использование информационных технологий для реализации педагогических целей

Дошина Анна Дмитриевна, магистрант

Южно-Российский государственный политехнический университет (г. Новочеркасск)

*Данная статья освещает основные педагогические технологии, связанные с информационными технологиями, которые позволяют реализовывать процесс обучения максимально эффективно и качественно. Статья рассказывает о различных приемах, которые позволяют заинтересовать обучающихся, наглядно показать различные процессы, организовать работу над проектами, научить работать в группах.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, педагогические технологии, информатика в педагогике, обучение в сотрудничестве, дифференциальное обучение, метод проектов, процесс обучения

**В** настоящее время широко реализуется процесс самообучения во многих сферах нашей жизни. Каждый человек может найти необходимую информацию, освоить ее и научиться чему-либо. Но так ли эффективно самообучение по сравнению с обучением у преподавателя? В связи с этим вопросом, в педагогике, помимо вопросов «чему учить?», «зачем учить?» и «как учить?», появился вопрос: «Как учить результативно?».

Таким образом, процесс обучения должен гарантировать некие результаты. Для обеспечения этого результата в педагогике появились некоторые технологии обучения, которые позволяют наиболее эффективно и качественно производить процесс обучения. В век информационных технологий процесс обучения неизбежно будет связан с компьютерной техникой. Использование компьютерных технологий в педагогической деятельности позволяет снизить человеческий фактор в обучении, позволяет более наглядно показывать различные процессы, заинтересовывает обучающихся. Целью компьютерных технологий является формирование умений работать с информацией, развитие коммуникативных способностей, подготовка личности «информационного общества», формирование исследовательских умений, умений принимать оптимальные решения.

**Технология обучения в сотрудничестве** — одна из таких технологий обучения, которая может быть реализована в группе с использованием компьютера и других электронных устройств. Для работы в парах или группах отлично себя показывают обучающие программы, виртуальные лабораторные работы, разработка групповых проектов. Участники обучения могут либо контролировать друг друга, находя чужие ошибки, взглянув на работу другого, так называемым, «свежим взглядом». Так же, обучающиеся привыкают к командной работе, что

является очень важным навыком в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для обучения в группах характерно «подтягивание» более слабых обучающихся, что является стимулом к непрерывному увеличению знаний каждого учащегося. Каждый обучающийся всегда может найти тот вопрос, в котором он может поучиться у другого обучающегося. Взаимообучение здесь происходит не только в направлении конкретного задания, а также в вопросах распределения задач между исполнителями, эффективного использования ресурсов, межличностных коммуникаций.

Несомненным плюсом является то, что работа может производиться дистанционно с использованием сети Интернет и облачных хранилищ данных. Это дает возможность обучения тех людей, которые по тем или иным причинам не могут принять непосредственного участия в работе группы.

**Дифференцированный подход к обучению** так же может быть реализован с использованием информационных технологий и мультимедийных проектов. Учитель формирует тему проекта, исходя из интересов обучающегося, учитывая его пожелания в вопросе выбора формы представления материала, способа и последовательности его изложения. Часто ученики, работающие над проектами, которые учитывают их интересы, показывают высокие результаты, находят и осваивают интересную и нужную информацию. Работа с компьютером здесь обеспечивает удобный поиск нужной информации, ее систематизацию, позволяет расширить свой кругозор и повысить самооценку.

Компьютерное тестирование позволяет дифференцировать задания путем разноуровневых вопросов. После прохождения теста, каждый ученик может выполнить «работу над ошибками» в индивидуальном порядке. Ребенок не связан напрямую с учителем, он может вы-

полнять тестирование в любом, удобном для него темпе и порядке. Так же, для увлечения ребенка, в тесты добавляются элементы игры. Например, при неправильном ответе звучит смешной звук или появляется картинка, при хорошем результате при прохождении теста появляются поощрительные мультимедийные элементы: звуки, картинки, видео и т.д. Естественно, что такое тестирование не вызовет у ученика стресса или отрицательных эмоций. Компьютерное тестирование облегчает процесс оценки знаний учащегося и исключает предвзятое отношение учителя к ученику.

Компьютерное моделирование позволяет ученикам выполнять задания в удобном для них ритме и представлении, что способствует выработке индивидуальных методик.

Обучающие программы для детей часто реализованы в виде игры, что позволяет сильнее заинтересовать и увлечь ребенка. Обучение в виде игры позволяет построить несколько вариантов обучения, заинтересовать любого ученика. Дети с большим интересом воспринимают виртуальных учителей, которые в игровой и ненавязчивой форме могут объяснить довольно сложные понятия.

Компьютерное моделирование позволяет наглядно показать многие процессы, которые невозможно увидеть в реальной жизни. Такие понятия очень сложно понять, не прибегая к наглядному пособию. Например, можно сконструировать атом, увидеть, как возникает невесомость, как из семени развивается растение. К тому же, любой эксперимент можно повторить множество раз. Если что-то не получилось, можно начать заново. Можно собирать электрические цепочки, конструировать водопровод, не подвергая себя и окружающих опасности.

**Метод проектов** полностью реализуется в мультимедийных презентациях.

Использование мультимедийных возможностей позволяет реализовать всевозможные идеи. С использованием мощных мультимедийных программ возможно создание уникальных проектов.

Большую роль здесь играет компьютерное моделирование. Появляется возможность создать математическую модель процесса, которая предоставляет возможность проникнуть в самую суть какого-либо явления. Данную модель затем необходимо воплотить в зрительный образ.

Работа над проектом побуждает учащихся к освоению новых программных продуктов, к использованию новейшей информации. Так же здесь решаются вопросы личностного ориентирования и мотивации в процессе обучения.

Таким образом, современные педагогические технологии в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед образовательным учреждением задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

Таким образом, информационные технологии способствуют формированию единого образовательного пространства в рамках всего мирового сообщества. Информационные технологии оказывают социализирующее воздействие на личность, способствуют развитию саморегуляции, стимулируют целепорождающую деятельность учащихся, что способствует повышению эффективности учебной работы вообще.

## Литература:

1. «Психолого-педагогическая практика в системе образования», Ермолаева М. В., Захарова А. Е., Калинина Л. И., Наумова С. И., 1998.
2. «Новые педагогические и информационные технологии в системе образования», Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е., Академия, 2002.
3. «Педагогические взаимодействия и технологии», Коротаева Е., 256с, Academia, 2007.
4. «Психология и педагогика», Альберт Кравченко, Проспект, 2009.
5. «Структура ИКТ-компетентности учителей», Рекомендации ЮНЕСКО, Хайне Пауль, 2011.
6. «Медийная и информационная грамотность, программа обучения педагогов», Уилсон К., Гриззл А., Туазон Р., 2012.
7. «Современная школа», Феррер-и-Гуардия Ф., 2012.
8. «Информационные технологии в педагогическом образовании», Киселев Г. М., 2012.
9. «Инновационные педагогические технологии», Матяш Н., 160с, Academia, 2012.
10. «Инновационные информационно-педагогические технологии для развития преподавательских кадров», Сухомлин В., Шайденко Н., Синергия.
11. «Информационные технологии в педагогическом образовании», Киселев Г. М., Бочкова Р. В., Дашков и К, 2013.
12. «Современные педагогические технологии. Основная школа», Иванышина Е., Ивашедкина О., Казачкова Т., Муштавинская И., Даутова О., Крылова О., 176с, КАРО, 2015.

# Информационно-кибернетические исследования и проектирования сложных систем

Звягин Леонид Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University

*Научно-технические революции способствовали усложнению функционирования различных процессов в жизни общества. Если раньше любой процесс описывался в рамках динамической системы, поведение объектов которой следовало простой логике и объяснялось обыкновенными или частными производными, то сейчас закономерность деятельности такого объекта зависит от множества переменных, которые не могут быть в полной мере учтены при модели исследования, опирающейся на обычные дифференциальные уравнения. Сегодня стало совершенно очевидным необходимость уделять особое внимание методам проектирования и исследования сложных систем.*

**Ключевые слова:** метод, анализ, система, моделирование, процессы

## Information-cybernetic research and design of complex systems

*Scientific and technological revolutions helped to complicate the functioning of various processes in the life of society. If earlier any process was described in the framework of a dynamic system whose behavior of objects followed simple logic and was explained by ordinary or partial derivatives, now the regularity of the activity of such an object depends on a set of variables that cannot be fully taken into account in the research model based on ordinary differential Equations. Today, it became absolutely obvious the need to pay special attention to the methods of designing and researching complex systems.*

**Keywords:** method, analysis, system, modeling, processes

**В** настоящее время возникла необходимость разработки вычислительных алгоритмов, обеспечивающих наглядное отображение вопросов изучения многокритериальных целенаправленных процессов, формирующих сложную систему целенаправленного поведения. Актуальный вопрос исследования и проектирования систем заключается в выявлении проблем, возникающих в многофакторных системах, и рассмотрении путей их решения с помощью вычислительных методов исследования и проектирования сложных систем. Задачами данной публикации является поиск ответов на следующие вопросы:

1. Что такое сложная система и каковы ее основные характеристики?
2. В чем заключается специфика системного подхода и какие проблемы решаются с помощью него?
3. Какие методы исследования сложных систем существуют и как они применяются на практике?

### Сложная система и ее основные характеристики

Сложная система [4] — это совокупность частей, интегрированные в одно целое согласно определенным принципам, зависящим друг от друга и связанным общими заданными отношениями. Данное определение не претендует быть едино правильным и точным, так как в настоящее время существует множество его вариаций, однако общая характеристика сложной системы у всех авторов практически идентична.

К отличительным характеристикам сложной системы можно отнести следующие особенности:

Во-первых, наличие большой совокупности подсистем, элементы которых связаны между собой и друг с другом. Какое-либо разделение системы на отдельные подсистемы носит практический характер, то есть не существует определенных правил, расчленение системы происходит только в зависимости от поставленных целей ее исследования. Необходимо отметить, что каждая подсистема должна быть сформирована таким образом, чтобы в ее пределах выполнялась какая-либо функция, то есть она должна представлять собой самостоятельно функционирующую часть.

Во-вторых, система должна обладать наличием большого количества связей между ее отдельными элементами как внутри подсистем, так и между ними в целом, то есть сложная система многомерна.

В-третьих, для сложной системы характерно наличие множества целей, сокрытых в ее подсистемах, и большое количество требований, предъявляемых системе извне. В целом можно говорить, что сложная система многокритериальна.

В-четвертых, сложная система характеризуется разнообразием структур. Данное свойство связано с тем, что как внутри подсистем, так и между ними самими существуют различные способы структурирования элементов в одно целое, в том числе в систему в целом.

В-пятых, многообразие сущности подсистем, что определяется разнообразием их физической составляющей.

В итоге сложную систему справедливо охарактеризовать как многокритериальную, иерархично структурированную систему, все элементы которой подчинены выполнению единой для нее цели, обладающую многочисленными самостоятельными подсистемами различной природы.

### Системный подход

В то время, когда появились первые научные труды, посвященные характеристике сложной системы, определения ее места и роли в жизни общества, возникла и необходимость разработки методов ее изучения. Таким новым методом стал системный подход, заключающийся в совокупности методов, в том числе и вычислительных, рассматривающих сложные системы как взаимосвязанные элементы, формирующие единое ее целое.

Основная специфика системного подхода заключается в следующих особенностях:

1. описание отдельной подсистемы не носить самостоятельного характера, так как такой элемент системы описывается уже с учетом особенностей все сложной системы;
2. одна и также подсистема может выступать одновременно с различными характеристиками, показателями и т.д.;
3. при исследовании сложной системы необходимо помнить о неотъемлемости системы и среды, в которой она функционирует;
4. исследование свойств происходит либо в целом по всей системе, исходя из свойств отдельных подсистем, либо изучаются свойства подсистем, исходя из свойств всей системы в совокупности ее элементов;
5. процесс исследования систем носит математический или вычислительный характер;
6. при данном подходе всегда выбирается компромиссный вариант сложной системы, так как используется единая количественная мера, то есть единый показатель, который можно применить для характеристики всех подсистем;
7. особое внимание в исследовании уделяется согласованию всех подсистем, с целью достижения общих задач, поставленных перед сложной системой.

Существует ряд проблем, которые можно разрешить с помощью системного подхода.

Одной из таких проблем является создание единой количественной меры, которая бы была сформирована для всей системы в целом, исходя из множества показателей ее элементов. Для иерархичных сложных систем данная цель сводится к выбору компромиссного взаимоотношения и подчинения между различными уровнями системы. Для этого необходимо провести анализ свойств отдельных подсистем, исходя из свойств всей системы, что в свою очередь приводит к необходимости определения требований к качеству результата деятельности подсистем.

В итоге качество функционирования подсистемы характеризуется динамическими величинами. С одной стороны, это является весьма важным показателем эффективной деятельности системы (если динамика положительная), однако, с другой стороны, качество деятельности системы не характеризуется лишь ее динамикой, необходимо учитывать и другие факторы, которые влияют на нее, например, стоимость оборудования, рабочее время, доступность ремонта, надежность использования и другие. Все они должны быть учтены при выборе проектируемой системы.

Существует несколько способов обнаружить такую систему, которая была бы лучше всех других по всем рассматриваемым показателям, однако обычно она отыскивается следующим образом. Предлагается изначальная система, которая должна быть «идеальной» исходя из всех требований, предъявленных к ней. Далее она испытывается различными способами, после чего делается заключение, является ли она подходящей. Если ответ отрицательный, в систему вносятся корректировки и заново тестируется. Так будет происходить до тех пор, пока не отыщется идеальная модель системы. Однако весь этот процесс может дать различные результаты, так как многое будет зависеть от человека, проектирующего модель, от его опыта и других субъективных факторов.

К тому же в сложных иерархичных системах практически очень сложно выбрать общую стратегию действий между подсистемами различных уровней, двигаясь от наиболее важных целей к менее важным, так как в этом случае подсистемы начнут резонировать, то есть основные цели нижних подсистем будут игнорироваться или видоизменяться, что приведет к некорректному функционированию системы и быстрому ее выходу из строя.

Конфликт между подсистемами может быть решен двумя способами в зависимости от характера подсистем. Если подсистемы согласны на компромисс, то будет осуществлен поиск компромиссных стратегий между системами. В обратном случае, задача сводится к определению требуемого качества функционирования подсистем, то есть определению ограничений, выход за пределы которых уничтожит всю систему в целом.

Другая проблема, с которой сталкиваются при использовании системного подхода, само проектирование сложных систем. Многообразие подсистем, каждая из которых обладает своими функциями, требуют комплексного подхода, позволяющего проектировать систему в целом, а не по отдельным ее частям. Суть проблемы заключается в длительности периода, в течение которого проектируется система, которая учитывается все многочисленные подсистемы с их самостоятельными целями, задачами и функциями. Процесс проектирования при системном подходе строится на основе деления на этапы таким образом, чтобы каждый последующий этап включал в себя больше информации о проектируемой системе. На каждом этапе существуют свои ограничения, которые должны быть устранены, следовательно, будет разработано множество пробных вариантов построения модели подсистемы до того, как



будет выбран наилучший результат. Все это занимает большое количество времени, в следствие чего, к концу разработки модели может оказаться, что, либо части, либо вся система в целом безнадежно устарели. Чтобы избежать данного казуса, необходимо наличие эффективных алгоритмов системного подхода.

Основные задачи системного подхода при проектировании и исследовании сложных систем заключаются в следующем:

- формирование возможных альтернативных путей построения системы;
- разработка методов отклонения заранее неудовлетворяющих целям системы вариантов ее проектирования;
- формирование критериев оценки полученной системы;
- выбор наилучшего, компромиссного варианта.

Далее необходимо осветить некоторые вычислительные методы и алгоритмы решения описанных выше проблем применительно к проектированию сложных систем.

## Методы решения задач многокритериальной оптимизации

В своей деятельности люди постоянно принимают какие-либо решения, то есть человек постоянно сталкивается с ситуациями, где необходимо выбрать один вариант из нескольких, который бы привел к достижению желаемой цели.

Таким ситуациям всегда присущи общие черты:

1. наличие переменных, которые выбираются человеком (управляющие воздействия), переменные, зависящие от выбора управляющих воздействий (выходные переменные), переменные, нерегулируемые человеком (параметры задачи), переменные, изменяющие вне зависимости от лица, принимающего решения (внешние возмущения), а также интервалы времени, на которых принимаются решения;

2. математическая модель;

3. ограничения, накладываемые как на параметры задачи, так и на внешние возмущения;

4. критерий оптимальности (целевая функция), с помощью которой возможна оценка выбранной решения.

Если формулировать задачу выбора с помощью математического языка, то она будет представлена в виде математической модели следующего вида:

$$y: P \cdot U \cdot \Omega \rightarrow Y$$

где

$U$  — множество векторов управляющих воздействий

$P$  — множество векторов параметров

$Y$  — множество векторов выходных переменных

$\Omega$  — множество векторов внешних возмущений

Примером построения математической модели может быть задача о диете, которая формулируется следующим образом. Имеется  $n$ -ое количество продуктов  $A_1, \dots, A_n$ . Нужно определить, суточное потребление каждого из этих продуктов и оценить, сколько полезных веществ будет получено организмом после их употребления в течение суток.

Параметрами данной задачи будут являться сами виды продуктов и количество полезных веществ в единице. Выходными переменными станут полезные вещества, но в совокупности, то есть после употребления набора продуктов. Также предполагается, что возмущения (например, порча продуктов) не рассматриваются в данном случае.

Далее необходимо отобразить условия с помощью векторов. Вектор  $y = \{y_i\} (i=1, \dots, m)$  — это набор питательных веществ, необходимых в рационе,  $p_i = \{p_{ij}\} (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n)$  — это вектор, характеризующий количество полезных веществ в одной единице продукта, а через вектор  $u = \{u_i\} (i=1, \dots, n)$  отображается количество продуктов, необходимое для человека. Отсюда можно вывести формулу, которая и будет являться математической моделью задачи:

$$y_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} u_j \quad (j=1, \dots, m).$$

Теперь необходимо определить систему ограничений и построить целевую функцию или оптимальный (идеальный) вариант, отталкиваясь от которого будет принято какое-либо решение.

В данной задаче ограничением будет являться необходимое количество каждого питательного вещества и цена единицы продукта, то есть выбор будет заключаться в том, чтобы было получено достаточно питательных веществ при минимальных стоимостных затратах. Стоимость суточного потребления будет равна:

$$F(u) = \sum_{i=1}^n c_i u_i, \text{ где } c_i (i=1, \dots, m) \text{ — это цена единицы продукта.}$$

Ограничения могут быть представлены одним из следующих способов (таблица 1). Данное обстоятельство зависит от типа математической модели ограничения.

Задача выбора возникает, когда управляющее воздействие не единственно. Такую совокупность управляющих воздействий, отвечающую всем условиям и подходящим по всем ограничениям, принято называть множеством альтернатив  $A$ . Выбор той или иной альтернативы зависит от свойств конкретных альтернатив, которые находят отображение в целевой функции. Следует учитывать и тот факт, что задание только одного свойства не всегда

Типы математической модели ограничения

Статистическая модель с непрерывными управляющими воздействиями $u=\{u_i\}(i=1,\dots, n)$	Статистическая модель с дискретными управляющими воздействиями $u \in V \subseteq E^n$	Динамическая модель с интервалом времени $\tau = [t_0, T]$
<b>нелинейные ограничения:</b> $G^{(H)} = \{u : u \in U \subseteq E^n, u \geq 0, g(u) \leq b\}$ , где $b$ — вектор-столбец констант ограничений, а $g(u)$ — нелинейные и непрерывно дифференцируемые функции	$D = \left\{ u : u \in V, g_p(v_i) = \sum_{i=1}^n g_p(u_{i(i)}) \leq b_p, p=1,\dots, m \right\}$ Где $V$ — декартово произведение конечных множеств $U_i$ , $g_p(u_{i(i)})$ ( $p=1,\dots, m$ ) — произвольные функции дискретного аргумента	Ограничения $Dt$ с непрерывным временем определяются: Дифференциальными связями, записанными в силу динамики изменения выходных переменных: $\dot{y} = F(y, u, t)$ Условиями траектории движения, определяемые в том числе краевыми условиями: $d_0^l = (y(t_0), t_0) = 0$ $l=0, 1, \dots, s_0 \leq n$ $d_T^l = (y(T), T) = 0$ $l=0, 1, \dots, s_T \leq n$
<b>линейные ограничения:</b> $G^{(L)} = \{u : u \in U \subseteq E^n, u \geq 0, Au \leq b, h'_i \leq u \leq h''_i, i=1,\dots, n\}$ . Где $A$ — заданная матрица размерности $m \times n$ , а $h'_i, h''_i$ — нижняя и верхняя границы изменения компоненты вектора управляющих воздействий		Интервал времени $\tau$ , на котором принимается решение, может быть дискретным образом с шагом $\Delta T$ : $\tau = [t_0, T = t_0 + M\Delta T]$ , где $M$ — число шагов, на которое принимается решение
<b>смешанные ограничения:</b> $G^{(c)} = G^{(H)} \cap G^{(L)}$		

способно достоверно отобразить ситуацию, поэтому для того, чтобы был выбран наилучший вариант, необходимо учитывать одновременно несколько различных свойств альтернатив.

В целом принятие сложного решения может быть сведено к выбору альтернативы, которая не является оптимальной ни для одной функции цели, но оказывается приемлемой для всей совокупности функций цели, то есть к нахождению компромиссной альтернативы или пути решения поставленной задачи.

Приемлемой альтернатива будет считаться только в том случае, если отклонения от оптимального значения по каждой функции цели

$$\Delta f_i(\alpha) = \begin{cases} f_i^0 - f_i(\alpha) \forall i \in I_1 \\ f_i(\alpha) - f_i^0 \forall i \in I_2 \end{cases}$$

достигает возможного минимума.

Далее необходимо рассмотреть метод ограничений при поиске компромиссных решений в задачах векторной оптимизации. Для обоснования вычисленных действий данного метода используется теорема [3], которая заключается в том, что компромиссное решение для минимального значения параметра  $k_0$ , характеризующего совместимость системы, может быть только одно.

Для нахождения компромиссного решения необходимо рассмотреть повторяющиеся процессы с параметром  $k_0 \in \left(0, \frac{1}{M}\right)$ , где на каждом шаге повторяется совместимость неравенств для  $\alpha \in A$  и заданного вектора  $p$ .

$$p_i w_i(\alpha^*) \leq k_0 \forall i \in I \quad (1)$$

Параметр  $k_0 \in \left(0, \frac{1}{M}\right)$  ограничивает относительные потери, при этом, если  $k_0 \rightarrow 0$ , то и потери стремятся

к нулю, а функция цели достигает своих оптимальных значений, если же  $k_0 \rightarrow \frac{1}{M}$ , то будут удовлетворяться

неравенства (1). Только при условии уменьшения параметра  $k_0$  возможно достигнуть альтернативы, обеспечивающей минимальные потери по целевой функции и являющейся компромиссным решением задачи.

Процесс применения повторяющихся действий останавливается, когда наименьшее  $k_0(\tau)$  (где  $\tau$  — номер шага), при котором система совместна, отличается от своего ближайшего значения  $k_0(1+m)$ , при котором совместности уже нет, не больше, чем на  $\varepsilon \geq 0$ . Если решение системы единственное, то оно и будет искомой компромиссной альтернативой, если же нет, то необходимо провести оптимизацию на множестве эквивалентных решений с точностью до  $\varepsilon$  какого-либо обобщенного критерия. Например, можно выбрать следующий критерий:

$$F(\alpha) = \sum_{i \in I} p_i w_i(\alpha)$$

и заняться его минимизацией на множестве альтернативных решений:

$$A' = \{ \alpha : p_i w_i(\alpha) \leq k_{0(\min)} \forall i \in I, \alpha \in A \}$$

Однако это один из способов нахождения единственно верного решения. Так, если для целей преобразования функции выбрать соотношения

$$w_i(f_i(\alpha)) = \begin{cases} \frac{f_i^0 - f_i(\alpha)}{f_i^0 - f_{i(\min)}} \forall i \in I_1 \\ \frac{f_i(\alpha) - f_i^0}{f_{i(\max)} - f_i^0} \forall i \in I_2 \end{cases}$$

где  $f_{i(\min)}$  и  $f_{i(\max)}$  — наименьшие значения максимизируемых и наибольшие значения минимизируемых функций цели

то решение задачи параметрического программирования относительно параметра  $k_0$  при векторе предпочтений  $p$  может выглядеть следующим образом:

$$\min \left\{ F(\alpha) = \sum_{i \in I_1} p_i \frac{f_i^0 - f_i(\alpha)}{f_i^0 - f_{i(\min)}} + \sum_{i \in I_2} p_i \frac{f_i(\alpha) - f_i^0}{f_{i(\max)} - f_i^0} \right\}$$

с учетом ограничений:

$$f_i(\alpha) \geq f_i^* = f_i^0 - \frac{k_0}{p_i} (f_i^0 - f_{i(\min)}) \forall i \in I_1$$

$$f_i(\alpha) \leq f_i^* = f_i^0 + \frac{k_0}{p_i} (f_{i(\max)} - f_i^0) \forall i \in I_2$$

Решение данной задачи поможет определить компромиссное решение для задачи.

## Использование вычислительных методов для построения сложных систем на примере систем технического зрения мобильных колесных роботов

Восприятие окружающей действительности во время движения мобильных колесных роботов (МКР) — задача довольно сложная, которая зависит от ряда факторов таких, как: конструкция самого робота, проектирования структуры его технического зрения (СТЗ), качество эксплуатации. Любое конструкторское решение, которое будет способствовать модификации робототехники, принесет дополнительные затраты, возрастающие по мере усложнения систем его функционирования.

Для того, чтобы правильно решить задачу проектирования такого МКР, которая заключается возможной в минимизации издержек при усложнении систем робота, необходимо сформулировать ее как оптимизационную задачу. В качестве критериев могут быть использованы факторы, влияющие на процесс создания систем технического зрения МКР (условия эксплуатации в том числе тип и вид рельефа, на котором будет эксплуатироваться МКР, система управления, скорость и др), то есть стоимостные и эксплуатационные характеристики, а в качестве ограничений — система зависимостей, прессующая роботу и его СТЗ.

Для математического представления данной задачи аргументами будут являться векторы пространственных координат  $(x, y, z)$ , угловые координаты —  $(\vartheta, \gamma, \psi)$  и время  $t$ , а функция есть ни что иное как аналитические зависимости, описывающие движение МКР.

Область определения как для СТЗ, так и для функций не должна выходить за рамки следующих ограничений:

угловые размеры поля зрения объективов (для пространственного сигнала  $\Phi(x, y, z, \lambda, t)$ ;

площадь фоточувствительного сигнала с зарядовой связью (для сигнала  $B(Y, Z)$ ;

время накопления зарядов в ячейке (для сигнала  $q_{mn}(t)$ ).

Для области значений так же существуют свои ограничения, такие как:

характеристики оптической системы (для сигнала  $B(Y, Z)$ ;

характеристика фоточувствительного прибора с зарядовой смесью (ФПЗС) (для сигнала  $q_{mn}(t)$ ).

Все сигналы на каждом этапе могут считаться непрерывными. В качестве функции цели или критерия сравнения автором статьи [5] была выбрана мера, являющаяся носителем физического смысла квадрата евклидова расстояния:

для двумерных сигналов  $\varepsilon\left(\check{l}, l\right)=\int_{zmin}^{zmax} \int_{ymin}^{ymax}\left[\check{l}(y, z)-l(y, z)\right]^2 dydz ;$

для одномерных сигналов  $\left(\check{l}, l\right)=\int_{tmin}^{tmax}\left[\check{l}(t)-l(t)\right]^2 dt ,$

где  $l(y, z)$  - функция пространственных координат, формируемая реальной системой,  $\check{l}(y, z)$  — идеальная функция,  $l(t)$  — функция времени, формируемая реальной системой,  $\check{l}(t)$  — идеальная функция соответственно.

Затем необходимо преобразовать функции, для данной цели используется преобразование по Фурье, которое будет выглядеть следующим образом:

для двумерной функции  $I\left(\omega_y, \omega_z\right)=\frac{1}{2 \pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} l(x, y) \exp \left[-j\left(y \omega_y+z \omega_z\right)\right] dydz ;$

для одномерной функции  $I(\omega)=\frac{1}{\sqrt{2 \pi}} \int_{-\infty}^{\infty} l(t) \exp (-j \omega t) dt ,$

где  $\omega_y, \omega_z$  — круговые частоты пространственного гармонического сигнала,  $\omega$  — круговая частота временного гармонического сигнала,  $j=\sqrt{-1}$  — мнимая единица.

Для того, чтобы перейти из спектральной сферы в сигнальную, нужно еще раз преобразовать функции Фурье, которые будут иметь следующую форму:

для двумерной функции  $l(y, z)=\frac{1}{2 \pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I\left(\omega_y, \omega_z\right) \exp j\left(y \omega_y+z \omega_z\right) d \omega_y d \omega_z ;$

для одномерной функции  $l(t)=\frac{1}{\sqrt{2 \pi}} \int_{-\infty}^{\infty} I(\omega) \exp (-j \omega t) d \omega ,$

Далее рассматриваются применение частотных моделей сигналов, которые помогают при исследовании и построении СТЗ и МКР:

1. заменить вычисление интегралов свертки произведением спектральных характеристик;
2. применить методику, основой которой является задача Коши, для решения дифференциальных уравнений;
3. использовать единый аппарат придаточных функций.

Все это в совокупности значительно упрощает исследование задачи СТЗ МКЗ.

В последнее время огромное внимание уделяется проектированию и анализу сложных систем. Одним из способов их изучения является системный подход, который включает в себя различные вычислительные методы построения и исследования сложных систем.

В работе были проанализированы основные характеристики сложных систем и выявлен ряд проблем, возникающих в многофакторных системах, а именно:

1. нахождение компромиссного взаимодействия подсистем сложной системы на всех ее уровнях, позволяющего сделать наилучший выбор, который приведет к созданию наиболее эффективно действующей модели системы в целом;
2. затраты большого количества времени при проектировании алгоритмов сложных систем, которые зависят от наличия колоссального числа связей как между подсистемами системы, так и между элементами самих подсистем.

Данные проблемы могут быть решены при наличии эффективных алгоритмов системного подхода.

На примере задачи оптимизации рациона человека, соблюдающего диету, были проиллюстрированы методы решения задач многокритериальной оптимизации. Основа методов сводится к выявлению и соблюдению следующих этапов при нахождении оптимального решения:

1. выявление переменных, которые будут оказывать существенное воздействие на систему;
2. создание математической модели;
3. добавление ограничений в созданную модель;
4. отбор определенных оптимальных решений, основываясь на сравнение с которыми применяются компромиссные решения.

В целом значимость и эффективность вычислительных методов проектирования и оценки эффективности деятельности сложных систем были проиллюстрированы на примере построения систем технического зрения мобильных колесных роботов. Данные методы значительно упрости задачу проектировщика по разработки наиболее технически сложных СТЗ МКЗ при минимизации затрат на их создание и эксплуатацию, что свидетельствует о эффективности применения данных методов при решении подобных задач.

## Литература:

1. Cyberleninka [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>, свободный;
2. Elibrary [Электронный ресурс]. — режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный;



3. Михалевич В. С., Волкович В. Л. «Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем», М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 288 с.;
4. Н. П. Бусленко, словарная статья «Сложная система» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://victor-safronov.ru/systems-analysis/glossary/complex-system.html>, свободный.
5. Статья «методы исследования и проектирования систем технического зрения мобильных колесных роботов» автор Акименко Т. А., журнал «Известия Тульского государственного университета. Технические науки», 2014 год

## Цель, определение и связь с управлением

Луценко Игорь Анатольевич, доктор технических наук, профессор

Кременчугский национальный университет имени М. Остроградского (Украина)

**Ключевые слова:** цель, управление, определение цели, система, определение управления, суперсистема, целенаправленный процесс

Определение цели и её связи с задачами управления, очень важны, поскольку достижение цели осуществляется именно в процессе управления. Тем не менее, вопрос определения цели и задач управления длительное время является объектом дискуссий и обсуждения.

Так, Норберт Винер в своей монографии «Кибернетика» писал: «...часто выражается взгляд, что все машины целенаправленны. Это несостоятельный взгляд. Некоторые машины, с другой стороны, внутренне целенаправленны. Возьмем, например, торпеду, снабженную механизмом поиска цели» [1, С. 287].

Специалисты в области системного анализа еще в 80 годах утверждали, что «понятие цели далеко не так просто, как часто, на первый взгляд, нам кажется. Мы склонны видеть наличие цели в ситуациях, где ее фактически нет» [2, С. 128].

При этом было отмечено, что «цель системы — это нечто лежащее вне ее самой, но определяющее ее действия в качестве »конечной причины»» [2, С. 135].

Исследования показывают, что современные представления о цели не отвечают на вопрос о том, как управление определяет действие системы по отношению к «конечной причине» [3].

**Цель работы** — определение цели и её взаимосвязи с управлением.

Для того чтобы обеспечивать жизнедеятельность, воспроизводство и развитие биологического организма (БО) необходимы вполне определенные внешние условия и наличие разнообразных продуктов (в том числе информационных).

Поэтому БО должен взаимодействовать с другими БО, адаптироваться к изменениям окружающей среды и обладать способностью к принятию решений. В свою очередь, возможность адаптации, в широком смысле этого слова, связана не только с изменением режима функционирования внутренних органов БО, а и со способностью хранения данных, их обработки, формирования базы знаний и изменения структуры аппарата связанного с принятием решений.

Способности высокоразвитого БО, связанные с обработкой данных, формированием и использованием базы знаний для принятия решения, определяют понятием «интеллект».

Именно благодаря высокоразвитому интеллекту человеческий организм получил возможность абстрактного мышления, формирования прогностических оценок и целевых образов.

Механизмы, которые участвуют в процессе формирования целевых образов, путем преобразования информации базы данных и базы знаний, определим понятием «суперсистема».

Если обобщить понятие «цель» до кибернетического уровня, то можно определить целевое представление суперсистемы как стремление к максимуму возможностей. В свою очередь, максимум возможностей обеспечивает биологическому телу суперсистемы максимальную степень свободы.

Такая целенаправленность свойственна суперсистемам исключительно ввиду ограниченного срока жизни БО и конкуренции за доступ к необходимым ресурсам.

В процессе продвижения к цели (увеличения степеней свободы), происходит изменение ценностей суперсистемы и способах достижения цели (какие степени свободы необходимо повышать).

При этом повышение степеней свободы без изменения системы ценностей приводит к деградации суперсистемы со всеми вытекающими последствиями для её БО.

Эксперименты этолога Дж. Кэлхуэна, связанные с исследованием колонии мышей лишенной необходимости бороться за обеспечение жизнедеятельности, показали, что отсутствие целевой мотивации без изменения системы ценностей, привело к вымиранию колонии уже в четвертом поколении [4, С. 330]. Следовательно, в основе жизнедеятельности высокоразвитых БО лежат некоторые общие кибернетические принципы. И эти принципы тесно связаны с необходимостью достижения глобальной кибернетической цели.

Таким образом, понятию «цель» не может быть дано определение вне его связи с природой БО.

Биологический организм, поставив себе цель как суперсистема, может использовать свои возможности и возможности внешней среды для достижения этой цели.

Так, биологический организм, который сам перемещает груз, — выполняет функции системы перемещения. Если биологический организм принимает участие в измельчении продукта, он выполняет функцию системы дробления и т.д.

Выбирая маршрут или темп перемещения, БО выполняет функции управления системы перемещения.

Таким образом, БО может выполнять функции, как суперсистемы, так и исполнительной системы (ИС) [5]. В рамках исполнительной системы, БО может выполнять как технологические функции, так и функции управления.

В процессе развития базы знаний к суперсистемам пришло осознание того, что многие технологические функции ИС могут осуществляться с использованием механизмов небиологического происхождения. Это привело к автоматизации большого числа технологических процессов.

Развитие электроники и вычислительной техники открыло возможности к автоматизации процессов управления.

Таким образом, к функциям суперсистемы можно отнести формирование целевого образа или целевых представлений, управление процессом создания или выбора ИС, а также перераспределение доступных ресурсов между собственными ИС.

Возможность полной автоматизации технологических процессов и процессов управления показало, что функции человека как суперсистемы и как ИС во многих случаях могут быть разделены.

Однако, для того чтобы результаты процессуальной деятельности ИС были согласованы с целью суперсистемы, необходимо чтобы технологические процессы ИС

были максимально эффективны, а процессы управления удаленной ИС могли быть полностью формализованы.

То есть, ИС может функционировать независимо от суперсистемы и обеспечивать ей получение максимума возможностей только в том случае, если цель суперсистемы и преобразовательные процессы ИС максимально согласованы.

Это, в свою очередь, означает, что в структуру управления ИС должен быть встроен механизм, который способен так идентифицировать системные операции, чтобы обеспечить принятие обоснованного наилучшего управленческого решения.

Такой механизм определен понятием «критерий оптимизации» или «критерий управления», а управление, при котором значение критерия оптимизации достигает максимума — оптимальным управлением.

Предположим, ИС может генерировать операционные процессы, построенные на операциях класса А или на операциях класса В (рис. 1).

Так поскольку экспертная (стоимостная) оценка (RE) входных продуктов у операций А и В одинаковая, а время (ТО) операции А равно удвоенному времени операции В, суперсистема понимает, что операционный процесс построенный на операциях класса В выгодней. Это связано с тем, что за время  $TO_A$  ИС совершит две операции класса В (рис. 2).

Кроме того, добавленную ценность первой операции суперсистема может использовать на интервале  $[T_2, T_3]$  для проведения дополнительной операции класса В (рис. 3).

Если определить класс операций В, как операций имеющих продолжительность  $TO_A/2$  с коэффициентом добавленной ценности  $k_B$ , то к моменту завершения операции класса А результат операционного процесса на операциях класса В будет составлять 4.5 ед.

Таким образом, ИС, которая может осуществлять операции как класса А так и класса В должна иметь воз-

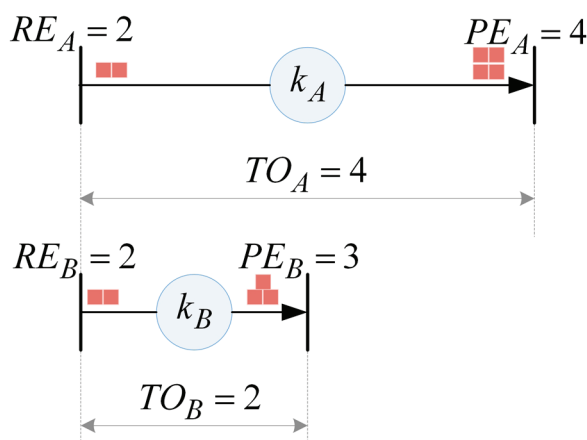


Рис. 1 Операция класса А и операция класса В:

$RE_A, RE_B$  — экспертная оценка входных продуктов операций А и В;  
 $PE_A$  — экспертная оценка выходных продуктов операций А и В;  
 $k_A, k_B$  — коэффициент добавленной ценности операций А и В,  
 $k_A = PE_A/RE_A, k_B = PE_B/RE_B$ ;  $TO_A, TO_B$  — время операций А и В

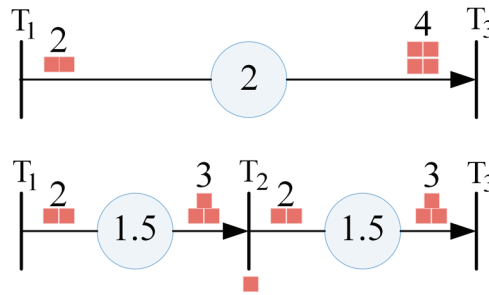


Рис. 2. К соотношению результатов операции А и результатов операционного процесса в виде операций класса В

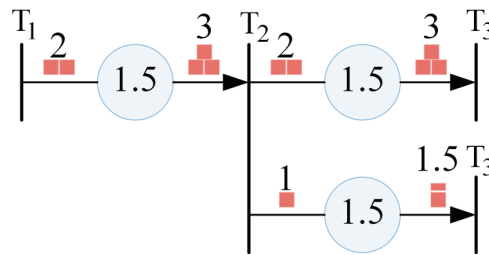


Рис. 3. Операционный процесс на операциях класса с учетом эффективного использования ресурсов

можность принятия решения. И результаты такого выбора должны быть согласованы с представлением суперсистемы о выборе лучшего варианта развития событий.

Если в качестве критерия оптимизации воспользоваться оценочным показателем ESL [6], который прошел верификацию на непротиворечивость [7, 8] как критерий эффективности [9], получим, что

$$ESL_A = \frac{(PE_A - RE_A)^2 \cdot T_1^2}{RE_A \cdot PE_A \cdot TO_A^2} = \frac{(4 - 2)^2 \cdot 1^2}{2 \cdot 4 \cdot 4^2} = 0.03125,$$

$$ESL_B = \frac{(PE_B - RE_B)^2 \cdot T_1^2}{RE_B \cdot PE_B \cdot TO_B^2} = \frac{(3 - 2)^2 \cdot 1^2}{2 \cdot 3 \cdot 4^2} = 0.04167.$$

Здесь  $T_1$  — время определения потенциального эффекта операции ( $T_1 = 1$ ).

С другой стороны, если операция класса А будет иметь параметры ( $RE=2$ ,  $TO=4$ ,  $PE=4.6$ ), то процесс на операциях класса А будет выгодней, для суперсистемы, чем процесс на операциях класса В.

Показатель ESL при этом покажет, что  $ESL_A = 0.0459$ .

Таким образом, управление ИС должно решать задачу обеспечение такого информационного и продуктового обмена между ИС и внешней средой, при котором, в рамках ограничений на процесс управления, обеспечивается максимальная степень согласованности процессуальной деятельности ИС с целью суперсистемы — владельца. В таком случае ИС реализует принципы оптимального адаптивного управления.

Несмотря на общность кибернетики цели внешняя деятельность разных суперсистем в одних и тех же условиях различна. Однако это связано не с тем, что каждая суперсистема имеет свою цель, а с тем, что каждая суперсистема имеет собственную систему ценностей.

**Определение.** Цель — это прогностическое представление суперсистемы, в виде намерения реализации

такого наилучшего варианта развития событий, при котором в результате максимально эффективного использования доступных ресурсов (оптимального управления) суперсистема и её биологический организм получают максимальную степень свободы в рамках ограниченного времени жизни.

## Выводы

1. Цель (целевое представление) — это предопределенное, мотивирующее деятельность, стремление суперсистемы к получению максимума возможностей путем преобразования ценностей окружающей среды в рамках ограниченных возможностей и ограниченного времени своей жизни.

2. Способ достижения цели суперсистемы связан с системой её ценностей.

3. Для достижения цели суперсистемы используют результаты процессуальной деятельности исполнительных систем.

4. Максимизация целевого результата суперсистемы обеспечивается при максимальной согласованности целевого представления суперсистемы с результатами процессуальной деятельности её исполнительных систем.

5. Согласование цели суперсистемы и результатов процессуальной деятельности ИС обеспечивается интегрированием в ИС механизма — навигатора, который определяется понятием «критерий оптимизации».

6. Для достижения максимальной согласованности цели суперсистемы в рамках ограниченного времени в качестве критерия оптимизации используется показатель эффективности использования ресурсов.

7. Одной из функций управления ИС является обеспечение согласования её собственных результатов процессуальной деятельности с целью суперсистемы.

**Литература:**

1. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. — М.: Советское радио, 1968, 326 с.
2. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. — М.: Радио и связь, 1982. — 152 с.
3. Доброхотов А. Л. Цель // Новая философская энциклопедия / Ин-т философии РАН; Нац. обществ.-науч. фонд; Предс. научно-ред. совета В. С. Стёпин, заместители предс.: А. А. Гусейнов, Г. Ю. Семигин, уч. секр. А. П. Огурцов. — 2-е изд., испр. и допол. — М.: Мысль, 2010. — ISBN 978-5-244-01115-9.
4. Хок, Роджер. 40 исследований, которые потрясли психологию. — Прайм-ЕВРОЗНАК, 2003. — 416 с. — ISBN 5-93878-096-9.
5. Lutsenko, I. Principles of cybernetic systems interaction, their definition and classification / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2016. — Vol. 5, Issue 2 (83). — P. 37–44. doi: 10.15587/1729-4061.2016.79356
6. Lutsenko, I. Identification of target system operations. Development of global efficiency criterion of target operations / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2015. — Vol. 2, Issue 2 (74). — P. 35–40. doi: 10.15587/1729-4061.2015.38963
7. Lutsenko, I. Formal signs determination of efficiency assessment indicators for the operation with the distributed parameters / I. Lutsenko, E. Fomovskaya, I. Oksanych, E. Vikhrova, O. Serdiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1, Issue 4 (85). — P. 24–30. doi: 10.15587/1729-4061.2017.91025
8. Lutsenko, I. Development of the method for testing of efficiency criterion of models of simple target operations / I. Lutsenko, E. Vihrova, E. Fomovskaya, O. Serdiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2016. — Vol. 2, Issue 4 (80). — P. 42–50. doi: 10.15587/1729-4061.2016.66307
9. Lutsenko, I. Definition of efficiency indicator and study of its main function as an optimization criterion / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2016. — Vol. 6, Issue 2 (84). — P. 24–32. doi: 10.15587/1729-4061.2016.85453

## **Геоинформационные системы как базовый компонент ресурсосберегающих технологий в агропромышленном производстве**

Нозиллов Сиёвуш Мехробович, магистрант;

Умарзода Комёри Мурадович, магистрант

Научный руководитель: Польшакова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

**Точное земледелие** — научная концепция и направление в аграрном производстве, в основе которого лежат представления о существовании неоднородности почвенного плодородия в пределах одного поля, учет специфики которого позволяет максимизировать при-быль путем дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений. Точное земледелие представляет собой высшую форму адаптивно-ландшафтного земледелия, основанного на наукоемких агротехнологиях с высокой степенью технологичности. Для оценки и детектирования неоднородностей в пределах поля используются новейшие технологии, такие как:

- системы глобального позиционирования;
- специальные приборы (почвенные пробоотборники, мобильные лаборатории) и датчики (урожайности, влажности и т.д.);
- аэрофотоснимки и снимки полей со спутников;
- специальные аппаратно-программные комплексы, создаваемые на базе геоинформационных систем и технологий.

Собранные данные используются для планирования высева, расчета норм внесения удобрений и средств за-

щиты растений, более точного предсказания урожайности и финансового планирования. Следуя этим идеям, применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений на тех участках поля, где потребность в определенной норме удобрений выявлена агротехнологом при помощи карт агрохимобследования и урожайности. Поэтому в некоторых участках поля норма внесения или опрыскивания становится меньше средней, происходит перераспределение удобрений в пользу участков, где норма должна быть выше, и, тем самым, оптимизируется внесение удобрений. Точное земледелие может применяться для улучшения состояния полей и агроменеджмента, по нескольким направлениям:

- агрономическое — с учетом реальных потребностей культуры в удобрениях, то есть совершенствуется агропроизводство;
- техническое — совершенное управление рабочим временем на уровне хозяйства, улучшается планирование сельскохозяйственных операций;
- экологическое — сокращается негативное воздействие аграрного производства на окружающую среду;



— экономическое — рост производительности и/или сокращение затрат повышают эффективность аграрного производства.

Осуществляемая электронная запись и хранение истории полевых работ и урожаев может помочь, как при последующем принятии решений, так и при составлении отчетности о производственном цикле, которая все чаще требуется законодательством в развитых странах.

Электронная карта поля дает возможность сохранить результаты анализа почвы в виде слоя. Также могут быть реализованы и другие слои: предшествующие культуры, удельное сопротивление почвы, кислотность, и т.д.

Электронные карты полей могут быть созданы преимущественно двумя способами:

- оцифровка контуров методом объезда полей с GPS-приемником, установленном на автомобиле или тракторе;
- выделение и оцифровка границ полей по растровым аэрофотоснимкам либо космическим снимкам.

При этом растровый снимок, который подвергается векторизации (например, при помощи векторизатора Easy Trace российской компании Easy Trace Group), должен быть правильно откорректирован и обладать приемлемым разрешением, в противном случае качество векторизации или оцифровки полей по снимку будет неудовлетворительным.

Неоднородности внутри поля зависят от множества факторов: погодных явлений и климата характеристик почвы (грануляционный состав, мощность гумусового слоя, обеспеченность азотом), способов обработки почвы (нулевая обработка, минимальная обработка), а также засоренности полей и заселенности их болезнями и патогенами. Показатели-константы, главным образом, относящиеся к характеристикам почвы, дают информацию о базовых экологических постоянных. Точечные показатели позволяют отслеживать состояние культуры и биомассы, например, понять, насколько та или иная болезнь влияет на развитие культуры и урожайность, страдает ли культура от недостатка воды, нехватки азота в почве, либо от поражения какой-либо болезнью, повреждена ли она заморозками и тому подобное.

Измерение электропроводности почвы, совмещенное с анализом механического и химического состава почвы, позволяет создать точную карту агроэкологических условий.

Используя карты агрофизико-химических показателей почвы можно реализовать различные стратегии для оптимизации затрат:

- основываясь на анализе статических индикаторов (почвенных показателей, электропроводности, истории полей и т.д.) в течение фазы развития культуры спрогнозировать затраты (прогностический подход);
- контролирующий подход, когда информация о статических индикаторов регулярно обновляется (мониторинг) в течение фазы развития культуры в результате следующих исследований:
  - отбор образцов: взвешивания биомассы, измерения содержания хлорофилла в листьях, взвешивания плодов, и т.д.;

— дистанционного определения параметров: температуры, влажности, скорости и направления ветра, диаметра стеблей;

— контактного детектирования: возимые сенсоры биомассы; потребуется объезд полей по контурам;

— аэро- или космические съемки обработка мультиспектрального снимка для выделения биофизических параметров культуры.

Новые информационные и коммуникационные технологии позволяют легко и обоснованно управлять культурами на уровне поля. Принятие решений в сфере современного сельскохозяйственного производства требует специальной техники и машин, которые бы поддерживали технологии переменного внесения, например, переменного дозирования семян либо дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений.

Для внедрения точного земледелия необходимо следующее оборудование, устанавливаемое на тракторах, опрыскивателях, комбайнах и т.п.:

- система позиционирования (например, на основе GPS/ГЛОНАСС навигационных спутниковых приемников);
- аппаратно-программная система, которая интегрирует все доступные данные в разных форматах, в слоях и из различных источников, включая данные с различных датчиков и экспертные оценки агронома;
- оборудование для отбора проб почвы;
- оборудование для переменного дозирования (интегрированное в сеялку, разбрасыватель, опрыскиватель).

Статичная базовая станция расположена на одном месте и оснащена двухчастотной технологией приема сигнала. Она посылает корректирующий сигнал любому числу машин, расположенным в радиусе 15–20 км.

Проведению изыскательских работ предшествует обмер полей и производственных участков с помощью ГЛОНАСС/DGPS-систем и составление электронной карты существующей полевой инфраструктуры.

Результаты почвенно-ландшафтного картографирования и агроэкологической оценки земель выражаются в виде агрогеоинформационной системы, включающей набор электронных карт.

**Карта форм и элементов рельефа** отражает структуру ландшафтов и почвенно-ландшафтные связи.

**Картограмма крутизны склонов** используется для оценки потенциального стока и эрозионной опасности. Определяет подбор культур, выбор севооборотов, систем обработки почвы, противоэрозионных мероприятий.

**Картограмма LS-фактора** является интегральным показателем длины и крутизны склонов, который получают с помощью анализа цифровой модели рельефа. Он отражает емкость транзита жидкого, ионного и твердого стока, т.е. непосредственную эрозионную обстановку территории.

**Картограмма экспозиций склонов** предназначена для оценки теплообеспеченности и влагообеспеченности. На южных склонах сильнее проявляется весенний сток воды в связи с более интенсивным снеготаянием.

**Карта форм склонов** используется для оценки эрозионной опасности.

**Карта микроструктур** почвенного покрова отображает элементарные почвенные ареалы и микрокомбинации, связанные с микрорельефом и неоднородностью почвообразующих пород.

**Карта почвообразующих и подстилающих пород** составляется для условий значительного разнообразия почвообразующих пород и близкого к поверхности расположения подстилающих пород.

**Карта гранулометрического состава почв** имеет важное значение при подборе культур, а также при выборе системы обработки почвы.

**Карта солонцеватости почв** отображает комплексы почв с различным участием солонцов, а также сочетания и вариации несолонцеватых почв и почв различной степени солонцеватости. Используется для подбора культур в соответствии с группировками растений по солонцестойчивости.

**Карта засоленности почв** используется для подбора культур в соответствии с региональными шкалами солонустойчивости растений и для дифференциации агротехнологий.

**Карта гидрогеологического режима почв.** В зависимости от глубины залегания и качества грунтовых вод решаются задачи подбора культур, выбора севооборотов, агротехнологий и при необходимости осушительных мелиораций.

**Карта потенциальной уплотняемости почв** показывает почвы, склонные по различным причинам к повышенному уплотнению.

**Карта фактического подпахотного уплотнения почв** показывает почвы, имеющие плужную подошву.

**Карты содержания гумуса, кислотности, содержания подвижных фосфора и калия** используются для расчета доз мелиорантов и удобрений.

Далее, путем взаимного наложения полученных карт, формируют поля севооборотов, которые выделяются в пределах агроэкологических типов земель, и производственные участки в этих полях, которые отличаются от фоновых земель по определенным агроэкологическим параметрам и требуют специальных мероприятий. Дальнейшее проектирование включает разработку систем севооборотов, пастбищеоборотов; систем обработки почвы, удобрения и защиты растений, системы машин. Затем разрабатываются пакеты агротехнологий для различных уровней интенсификации (экстенсивные, нормальные, интенсивные, точные). Создание проекта адаптивно-ландшафтного земледелия сопровождается разработкой электронной книги истории полей. Она включает в себя все электронные карты и состоит из двух подсистем: агрономической и подсистемы мониторинга техники. Агрономическая подсистема обеспечивает ввод, хранение, отображение и анализ сведений о посевных площадях.

Сложившийся опыт агроэкологической оценки земель и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия для крупных сельскохозяйственных предприятий в различных природно-сельскохозяйственных зонах и провинциях свидетельствует о необходимости разработки региональных агрогеоинформационных систем.

## Литература:

1. Полухин А. А., Алпатов А. В., Ставцев А. Н. и др. Организационно-экономические основы энергосбережения в сельском хозяйстве / Монография Орел, 2013.
2. Польшакова Н. В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 432–434.
3. Коломейченко А. С., Польшакова Н. В. Эколого-экономическая эффективность использования земельных ресурсов В сборнике: Стратегия устойчивого развития экономики в динамичной конкурентной среде // материалы Международной научно-практической конференции. 2011. С. 383–386.
4. Польшакова Н. В., Котова Е. И., Черникова К. С. Использование геоинформационных технологий в мониторинге сельскохозяйственных земель // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 12–2. С. 330–332.
5. Бышов Н. В., Бышов Д. Н., Бачурин А. Н., Олейник Д. О., Якунин Ю. В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве — Рязань: ФГБОУ ВПО РГТУ, 2013—169с.

## Социальная кибернетика как наука, образованная на стыке кибернетики и социологии

Шохина Ольга Ивановна, студент;

Умалатова Луиза Маликовна, магистрант;

Дюбанов Андрей Васильевич, студент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва)

*В данной работе изучается взаимное влияние таких наук, как кибернетика и социология; описываются их методы, заимствованные друг у друга; определяется предмет и методы исследования науки, образованной на стыке кибернетики и социологии, — социальной кибернетики.*

**Ключевые слова:** кибернетика, социальная кибернетика, предмет социальной кибернетики, становление социологии

Социология как некое учение об обществе начало оформляться в самостоятельную науку и, что самое важное, признаваться научным сообществом, лишь в 40-х годах XIX века. Точкой отсчета можно назвать работу О. Конта, а именно, его третий том «Курса позитивной философии», в которой он впервые употребил сам термин «социология».

В своем труде О. Конт практически поставил социологию на вершину всех наук: по его мнению, интеллектуальное развитие человека проходит три стадии — теологическую, на которой человек пытается объяснить все происходящее вокруг с помощью понятия «сверхъестественное», метафизическую, на которой человек обращается уже к философским абстракциям, и позитивную (или научную), которая связана с наблюдениями человека о связях между явлениями. Позитивное мышление — самое сложное, оно устанавливается тем быстрее, чем проще объект изучения. Поэтому математика, астрономия, биология, химия, физика со своими четкими формулами и законами стоят на ступень ниже социологии.

О. Конт также открыл закон кооперации и разделения труда: люди формируют социальные и профессиональные группы, тем самым внося в общество разнообразие. Деление социологии на социальную статику, изучающую социальные институты, и социальную динамику, занимающуюся теорией социального прогресса, — также заслуга О. Конта.

Каковы же предпосылки возникновения социологии и выделения ее в самостоятельную науку? Во-первых, пора 30–40-х гг. характеризовалась политической и экономической нестабильностью и желанием, необходимостью людей к упорядочиванию, к созданию обобщающей теории, способной прогнозировать, предсказывать изменения в политической и экономической жизни. Во-вторых, в отличие от революционной, военной модели, социология, позитивная модель была создана как реформистский путь изменения общества, призванный установить согласие между разными социальными группами и классами. М. Вебер, Э. Дюркгейм, Г. Спенсер наряду с О. Контом считали необходимым изучить общество, понять причинно-следственные связи между происходящими событиями и явлениями и дать рекомендации по оптимальному реформированию общества. В-третьих, именно в это же время в биологии была открыта клетка и создана клеточная теория, которая послужила основой для формирования социологии — «органической теории развития общества».

Говоря о теоретических предпосылках формирования социологии, стоит отметить вклад Дж. Граунда и Э. Галлея, которые занимались количественными методами социальных процессов. 1662 год, например, был ознаменован тем, что эти ученые смогли проанализировать уровень смертности с помощью своей разработанной теории.

Урбанизация в начале XIX века привела к дифференциации общества и созданию «среднего класса»; разные интересы социальных групп — и как результат острая необходимость их урегулирования.

Наконец, работой, которую по праву также можно назвать основоположницей социологии, является «О человеке и развитии способностей, или Опыт социальной жизни» А. Кетле. Именно в этом труде удалось перейти от умозрительного выведения эмпирически не проверенных законов истории к эмпирическому выведению статистики рассчитанных закономерностей с применением сложных математических процедур.

Если говорить обо всей истории социологии и о предшествующем ее становлению времени, можно выделить следующие этапы: этап формирования социально-философских предпосылок социологии (от Платона и Аристотеля до труда О. Конта), этап западноевропейской социологии XIX-начала XX веков и этап современной социологии (как зарубежной, так и отечественной). Если Платон и Аристотель рассуждали о необходимости создания идеальной системы общества, построенной на принципах разума и нравственности, то Т. Гоббс и Ж.-Ж. Руссо уже более глубоко и «научно» подошли к вопросу общества и разработали концепцию общественного договора. Далее, классическая социология одну за другой создавала теории, концепции общества, его формирования и развития: социальная солидарность Э. Дюркгейма, социальный дарвинизм Г. Спенсера, политическая социология М. Вебера, феномен толпы Г. Тарда и Г. Лебона, марксистская теория К. Маркса и Ф. Энгельса и др.

В XX веке социология стала носить более эмпирический, более прикладной характер. Социологические исследования, опросы и изучения общественного мнения — таким предстал XX век социологии. Социология начинает заниматься пограничными проблемами, сотрудничать со смежными науками и придавать новое звучание уже открытым в других областях знаниям и теориям. Именно так и произошло с кибернетикой.

Кибернетика в целом — это наука об общих закономерностях получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных технических, биологических и социальных системах. Уже в этом определении заложена основная связь социологии с кибернетикой: обе науки, так или иначе «работают» с обществом.

Понятие «кибернетика» ввел в оборот А. Ампер как науку классификации и обобщения человеческого знания (социология создавалась, к слову, с этой же целью). И социология, и кибернетика отталкиваются от необходимости упорядочить, от необходимости выделения ряда сходств у элементов. Кибернетика рассматривает большие динамические системы; общество как раз является таковой системой. Основные методологические принципы социологии и кибернетики одинаковы: это системный и функциональный подходы.

На сегодняшний момент кибернетика и социология все плотнее и плотнее связываются друг с другом с помощью меметики — науки или учения о меме как единице культурной информации, распространяющейся между людьми с помощью научения, имитации и другими способами. Меметика занимается объяснением таких социальных явлений, как религия и политические системы. В настоящее время наиболее широким полем для обмена мемами является интернет.

Поскольку кибернетика возникла как наука значительно позже социологии, лишь в середине XX века, то социология успела подарить кибернетике многие теории, будь то теория социальных систем В. Бакли и Н. Лумана, модель динамического равновесия Т. Парсонса, марксистскую теорию К. Маркса и Ф. Энгельса с ее формациями и многие другие. А заводные механизмы социолога, философа Р. Декарта являются родоначальниками современных сложных технических устройств.

В ответ на это кибернетика подарила социологии (и прочим наукам) широкий арсенал технических средств, необходимых для статистики, теории социального управления, соционики и др. К тому же теорией тестов (основа количественных исследований в социологии) владеет, опять же, кибернетика, да и контент-анализ — также является «подарком» последней. Кибернетика автоматизировала социологию, положив начало для формирования социальной статистики.

Однако пытаться управлять уже имеющейся системой — это одно, а регулировать метафизическую, запрограммированную на основе социологических знаний, систему — совсем другое. Машинное автоматическое регулирование общества как системы практически невозможно (скорее нежелательно), так как люди как элементы общества сами влияют на его развитие, сами принимают решения. К тому же для функционирования какой-либо системы, элементы системы должны обладать лишь той информацией, которая необходима для их грамотного функционирования, тогда как человек всегда стремится к обладанию большей информацией. Общество — не просто самоорганизующаяся, но и *вероятностная* система.

Именно такие факторы и повлияли на формирование новой дисциплины, социальной кибернетики, предметом которой являются общие связи и закономерности между

индивидами, группами индивидов в процессе коммуникации. Социальная кибернетика не является общей, всеобъемлющей наукой, способной описать и охарактеризовать все процессы, происходящие в обществе, так как последние, по большей части, носят неформализованный характер и не поддаются количественному измерению.

Предмет социальной кибернетики — процесс познания закономерностей самоорганизующейся общественной системы для того, чтобы создать оптимальную модель управления социальными процессами.

Социальная кибернетика считает человека носителем социальной информации и исследует структурно-информационные связи в социальных системах. Для этого кибернетика прибегает к помощи математического аппарата, выражающего количественные переменные.

Таким образом, социальная кибернетика с помощью понятийного аппарата, оперирующего понятиями целенаправленности, надежности, активности и иных описывает и трактует личность как самоорганизующуюся систему социальной деятельности, а также выявляет *общие черты*, необходимые для функционирования самоорганизующихся социальных систем, и *отличные черты*, существующие в процессе взаимодействия отдельного человека и общества.

Объектом системного-кибернетического анализа, раскрывающего новые факты в социальном познании (кстати, на базе исторического материализма К. Маркса), являются общественные системы, в которых выявлены причинные и функциональные связи и которые разъяснены с помощью общенаучных понятий.

## Заключение

Таким образом, в данной работе были рассмотрены предпосылки становления социологии как науки, были выделены основные этапы ее развития и отмечены основные ученые, стоящие у ее истоков. Была определена связь кибернетики с социологией, но и выделены отличия, а точнее, особенности, которые во многом и послужили фундаментом для становления и выделения в отдельную науку такой дисциплины, как социальная кибернетика.

## Литература:

1. Конт О. Курс позитивной философии. — М., 1971.
2. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова; Под ред. Г.Н. Поварова. — 2-е издание. — М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. — 344 с.
3. История социологии: Учебное пособие. Минск, 1993. — 319 с.
4. Поваров Г.Н. Ампер и кибернетика. Сов. радио, 1977. — 96 с.

# ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

## Моделирование детектора следовых количеств опасных веществ

Лупанов Сергей Васильевич, магистрант;

Головашкин Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Пензенский государственный университет

**А**ктуальность проблемы, связанной с террористическими актами, не нуждается в объяснении. Особенно в случае использования опасных веществ. Нами был проведен эксперимент по обнаружению следов TNT на расстоянии. [1] В данной работе попытаемся смоделировать предыдущий эксперимент и привести теоретическое описание модели.

Мы использовали перестраиваемый CO<sub>2</sub> лазер. В основе лежал метод резонансной фототермической спектроскопии [2–7]. Опасное вещество облучалось лазерным излучением. Далее с помощью фотодетектора регистрировался термический сигнал (отклик) от образца. И в конечном итоге сравнивался с эталонным спектром.

Возможность дистанционного обнаружения отдельных микрочастиц ВВ методом резонансной фототермической спектроскопии можно показать, используя стационарную модель нагрева отдельных частиц ВВ, которая реализуется при воздействии на исследуемый объект излучения лазера непрерывного (квазинепрерывного) режима работы.

### 1. Расчет температуры нагрева

$$\nabla^2 T = \frac{1}{K} \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{E}{K} \Rightarrow \nabla^2 T = -\frac{E}{K} \quad (\text{стационарный случай}), \quad (1)$$

$T$  — температура,  $K$  — теплопроводность,  $E$  — энергия, поглощенная в единице объема в единицу времени;

$I = I_0 e^{-(r^2/\omega^2)}$  — интенсивность гауссова пучка;  $r$  — радиальная координата;  $\alpha$  — коэффициент поглощения;  $\omega$  — радиус гауссова пучка.

Используя цилиндрическую симметрию задачи нагрева тонкой пленки на полубесконечной подложке, решение уравнение (1) может быть получено с помощью преобразования Фурье-Бесселя:

$$T(R, Z, W) = B \int_0^\infty J_0(\lambda R) F(\lambda) \frac{W e^{-\lambda z} - \lambda e^{Wz}}{W^2 - \lambda^2} d\lambda, \quad (2)$$

где  $R = r/\omega$ ,  $Z = z/\omega$ ,  $W = \alpha\omega$ ,  $B = \alpha P_L / 2\pi K F(0)$  — безразмерные параметры и  $P_L$  — полная мощность падающего на образец лазерного пучка. Гауссова функция  $F(R) = e^{-R^2}$ ,  $F(\lambda)$  — преобразование Бесселя от функции  $f(r)$  и  $J_0$  — функция Бесселя нулевого порядка.

Общее решение уравнения (2) для возрастания температуры может быть записано в терминах нормированной функции температуры  $N(R, Z, W)$ , которая представляет собой понижающий температуру фактор. Тогда выражение для максимального повышения температуры будет иметь вид:

$$\Delta T(R, Z, W) = \delta T_{\text{макс}} N(R, Z, W), \quad (3)$$

где максимальное повышение температуры дается выражением:

$$\delta T_{\text{макс}} = \frac{P_L}{2\sqrt{\pi} K \omega}. \quad (4)$$

Будем предполагать, что нагрев ограничивается поверхностным слоем ( $W \rightarrow \infty$ ).

Общее выражение для функции  $N(R, Z, W)$  есть:

$$N(R, Z, W) = \frac{W}{\int_0^\infty F(\lambda) d\lambda} \int_0^\infty J_0(\lambda R) F(\lambda) \frac{W e^{-\lambda z} - \lambda e^{Wz}}{W^2 - \lambda^2} d\lambda. \quad (5)$$

В соответствии с (5) значение температуры вдоль оси лазерного пучка ( $r = 0$ ) на поверхности образца ( $z = 0$ ) можно записать в виде:

$$\Delta T(0, 0, W) = \delta T_{\text{макс}} N(0, 0, W), \quad (6)$$

где

$$N(0, 0, W) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-\frac{\lambda^2}{4}} \left( \frac{W + \lambda}{W} \right) d\lambda. \quad (7)$$



Для больших значений  $W$  величина  $N(0,0,W) \rightarrow 1$ .

Для большинства веществ коэффициент поглощения велик (обычно  $> 1000 \text{ см}^{-1}$ ) и при диаметре пучка  $2\omega \sim 1 \text{ см}$  безразмерный параметр  $W$  имеет большое значение, при котором  $N(0,0,W) \approx 1$ . Поэтому максимальная температура нагрева поверхности равна:

$$\Delta T_{\text{макс}} = \frac{P_L}{2\sqrt{\pi K \omega}}. \quad (8)$$

Расчет мощности теплового излучения

Сначала оценим величину сигнала, соответствующего температуре нагрева  $\Delta T$ .

Плотность мощности, испускаемого поверхностью любого тела излучения:

$$J = \varepsilon \sigma T^4, \quad (9)$$

где  $\varepsilon$  — излучательная способность,  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$  — постоянная Стефана-Больцмана.

Превышение плотности мощности излучаемой нагреваемой частицей по отношению к не подвергающимся нагреву частицам в ее окружении (регистрируемый дифференциальный сигнал):

$$\Delta J = \varepsilon \sigma [(T + \Delta T)^4 - T^4] = 4\varepsilon \sigma T^3 \Delta T, \delta T \ll 1. \quad (10)$$

Полная мощность излучения, испущенная в телесный угол  $4\pi$ , равна

$$P_T = \Delta J \times A,$$

где  $A$  — площадь излучающей поверхности.

Мощность теплового излучения, попадающая в приемную оптическую систему ИК камеры, равна:

$$P_R = \frac{\alpha_T \varepsilon \sigma T^3 \Delta T(0,0,W) A}{\pi L^2}, \quad (11)$$

где  $\alpha_T$  — площадь апертуры собирающей линзы,  $L$  — расстояние до объекта.

Расчет чувствительности метода

$\Delta T_{\text{пор}} = NETD$  — Температура эквивалентная шуму (noise-equivalent temperature difference);

$D^* = D \sqrt{A_{\text{дем}} \delta \nu} = \sqrt{A_{\text{дем}} \delta \nu} / \Phi_n \text{ см} \cdot \text{Гц}^{1/2} \cdot \text{Вт}^{-1}$  — удельная обнаружительная способность;

$A_{\text{дем}}$  — площадь приемной площадки детектора;

$\delta \nu$  — ширина полосы частот электрического тракта;

$\Phi_n$  — пороговый поток приемника (Вт);

$NEP$  — мощность эквивалентная шуму (noise-equivalent power), употребляется для мощности в единичной полосе частот;

$$\Phi_n = NEP = \frac{\sqrt{A_{\text{дем}} \delta \nu}}{D^*}, \text{ Вт}.$$

$$NETD = \frac{4F^2 \sqrt{\delta \nu}}{\sqrt{A_{\text{дем}}} \tau_0 D^* \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda} = \frac{4F^2 NEP}{A_{\text{дем}} \tau_0 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda}, \quad (12)$$

где  $F = \frac{f_T}{d_T}$  — диафрагменное число объектива,  $f_T$  — фокусное расстояние объектива,  $d_T$  — диаметр входной

апертуры телескопа,  $\tau_0$  — пропускание оптической системы,  $\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda$  —  $\text{Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$  (производная мощности

излучения по температуре в интервале длин волн  $\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ ).

Вследствие поглощения возрастание температуры частицы уменьшается экспоненциально с ее размером, т. е. как  $e^{-\alpha d}$ . Здесь  $d$  представляет собой средний размер частиц ВВ (толщину пленки).

Так как размер частицы меньше, чем глубина, на которой поглощается излучение, то формула (8) видоизменится следующим образом:

$$\Delta T = \frac{P_L e^{-\alpha d}}{2\sqrt{\pi K \omega}}. \quad (13)$$

После подстановки (13) в (11) чувствительность метода определим из условия:  $P_R = \Phi_n$ .

$$\Phi_n = \frac{\alpha_T \varepsilon \sigma T^3 A}{\pi L^2} \frac{P_L e^{-\alpha d}}{2\sqrt{\pi K \omega}}. \quad (14)$$

Из (12) найдем пороговый поток:

$$\Phi_n = \frac{A_{\text{дем}} NETD \tau_0}{4F^2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda. \quad (15)$$

Приравнявая выражения (14) и (15), а также учитывая, что  $A = \frac{\pi}{4} (2\omega)^2$ , получим:

$$d = \frac{1}{\alpha} \ln \left[ \frac{a_T \varepsilon \sigma T^3 P_L \omega}{2\sqrt{\pi} K L^2} \frac{4F^2}{A_{det} \tau_0 NETD \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda} \right]. \quad (16)$$

Для вычисления толщины пленки  $d$  приведем значения всех параметров, входящих в выражение (16):

$\alpha = 5 \cdot 10^2 \text{ см}^{-1}$ ;  $a_T = \frac{\pi}{4}$ ;  $d_T^2 = 19,6 \text{ см}^2$  ( $d_T = 5 \text{ см}$ );  $\varepsilon = 0,9$ ;  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4} = 5,67 \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$ ;  $T = 300 \text{ К}$ ;  $P_L = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$  (с учетом 2-х кратного ослабления меандром);  $\omega = 0,5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ см}$ ;  $K = 1,55 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ;  $L = 50 \text{ см}$ ;  $F = 2$  ( $d_T = 5 \text{ см}$ )  $d_{\text{ТТ}} = 15 \text{ см}$ ;  $A_{\text{дет}} = 10^{-2} \text{ см}^2$  (1 мм x 1 мм);  $\tau_0 = 0,9$ ;  $NETD = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ К}$  (25 мК);  $\int_8^{14} \frac{\partial W_{\lambda}}{\partial T} d\lambda = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$  ( $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 14 - 8$ ). Подставляя приведенные параметры в (16), получим:

$$d = \frac{1}{\alpha} \ln \left[ \frac{19,6 \cdot 0,9 \cdot 5,67 \cdot 10^{-12} \cdot 2,7 \cdot 10^7 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{2\sqrt{\pi} \cdot 1,55 \cdot 10^{-2} \cdot 2,5 \cdot 10^3} \frac{4 \cdot 4}{10^{-2} \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2,62 \cdot 10^{-4}} \right] =$$

$$\frac{1}{\alpha} \ln[1,0018602] = \frac{0,00186}{5 \cdot 10^2} = \frac{1,86 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^2} \approx 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ см} = 3,7 \text{ мкм}.$$

Тогда чувствительность:

$$\mu = m/S, m = \rho V = \rho S d, \mu = \rho \cdot d = 1,65 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ см} = 6,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{г}}{\text{см}^2} \approx 6 \text{ мкг} / \text{см}^2.$$

Учитывая приближенный характер принятой модели, согласие эксперимента с результатами расчета можно считать удовлетворительным.

Из уравнения (14) следует, что

$$\frac{P_{L_1}}{L_1^2} = \frac{P_{L_2}}{L_2^2} \Rightarrow P_{L_2} = P_{L_1} \frac{L_2^2}{L_1^2}.$$

Это означает, что для обнаружения следов ВВ такой же концентрации на расстоянии 10 м, средняя мощность излучения лазера должна быть  $P_{L_2} = 3 \cdot 10^{-2} \left( \frac{10}{0,5} \right)^2 = 12 \text{ Вт}$ .

Так как чувствительность падает обратно пропорционально квадрату расстояния до объекта, то на расстоянии 1 м до объекта описанная система регистрации обеспечивает пороговую чувствительность  $\sim 25 \text{ мкг} / \text{см}^2$ .

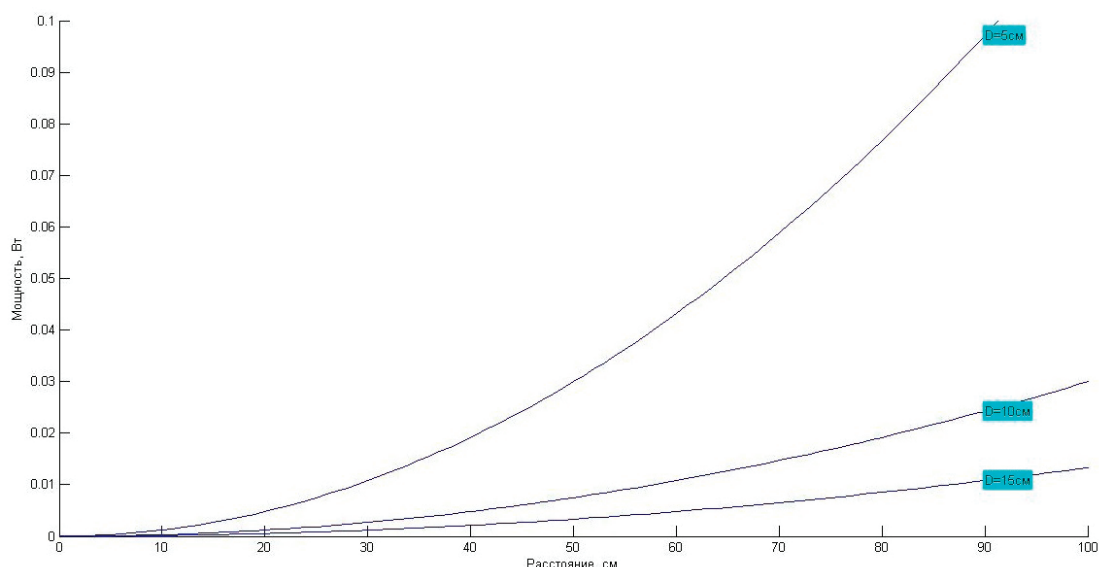


Рис. 1. Расчетные зависимости мощности лазерного излучения от расстояния обнаружения при фиксированной чувствительности (6 мкг/см²) и при разных диаметрах входного окна ИК-объектива

## Литература:

1. Лупанов с. В., Головяшкин А. Н. Детектирование микроколичеств твердых опасных веществ на поверхности удаленных объектов // Молодой ученый. — 2017. — № 11.

2. Van Neste C. W., Senesac L. R., and Thundat T. Anal. Chem. 81 (5), 1952 (2009).
3. Van Neste C. W., Senesac L. R., Yi D., and Thundat T. Appl. Phys. Lett. 92, 134102 (2008).
4. Van Neste C. W., Senesac L. R., and Thundat T. Appl. Phys. Lett. 92, 234102 (2008).
5. Papantonakis M. R., Kendziora C., Furstenberg R., Stepanowski S. V., Rake M., Stepanowski J., McGill R. A. Proc. SPIE, 7304, 730418–9 (2009).
6. Furstenberg R., Kendziora C., Stepanowski S. V., Stepanowski J., Rake M., Papantonakis M. R., Nguyen V., Hubler G. K., and McGill R. A., Appl. Phys. Lett., 93 (22), 224103 (2008).
7. McGill R. A., Kendziora C. A., Furstenberg R., Papantonakis M. R., Horwitz J., and Hubler G. K. U. S. Patent Application 12/255, 103; Filed Oct. 21, 2008.

## Система информирования о светофорах

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Каширин Даниил Дмитриевич, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет (Хабаровский край)

*В статье рассмотрена система информирования о светофорах, которая должна обеспечивает беспроводное соединение автомобиля со светофором на пути его следования и получение информации о режиме работы светофора.*

**Ключевые слова:** автомобиль, светофор, GPS, система стоп-старт, радиоканал, интерфейс, микроконтроллер

В начале 80-х годов в технической литературе появилась концепция «интеллектуальный город». Это концепция городского развития на основе инфокоммуникационных технологий, целью которой является обеспечение безопасной и комфортной жизни граждан, обеспечение эффективного управления и функционирования городского имущества, транспортной инфраструктуры, объектов энергетического комплекса, объектов жилищно-коммунального хозяйства, социальных объектов, систем водо- и газоснабжения. Концепция включает «общение» городской среды с жителями города. Транспорт является неотъемлемой частью городской среды. И поэтому интеллектуализация «общения» города с водителями является частью данной концепции.

Описывается система информирования водителя автомобиля о светофорах по пути следования. Применение системы позволяет достичь экономии топлива, снижения вредных выбросов, эффективного использования личного времени в движении.

В названной системе реализовано несколько функций:

- информирование о рекомендованном режиме движения;
- информирование о режимах работы светофора;
- взаимодействие с системой стоп-старт.

Получая по беспроводной сети информацию о режиме работы светофора, система сообщает водителю, какую скорость он должен поддерживать, чтобы двигаться под зеленый свет (т.н. «зеленая волна»). Информация о рекомендованной скорости движения, состоянии светофора, оставшегося времени по цвету выводится на дисплей.

Когда автомобиль стоит на светофоре система транслирует на дисплей время, оставшееся до включения зеленого сигнала. Данная информация должна способ-

ствовать своевременному началу движения, а значит избежать возникновения «пробок».

Система информирования о светофорах повышает эффективность работы системы стоп-старт (при условии, что она установлена на автомобиле). На основании информации о режимах работы светофора система стоп-старт:

- выключает двигатель до полной остановки автомобиля при красном сигнале;
- запускает двигатель за 5 секунд до зеленого сигнала светофора.

Система включается и выключается клавишей на панели автомобиля. Клавиша подсвечивается в активном состоянии системы.

Индикация системы представлена на рис. 1.

Для загрузки конфигурации города предназначен USB-разъем. При незагруженной конфигурации система не включается и на индикаторах не выставляется ее информация.

На рис. 2 представлена структурная схема устройства, которая состоит из следующих блоков:

- GPS — модуль определения текущей координаты автомобиля;
- БИ — блок индикаторов. Предназначен для показа пользователю необходимо информации;
- Кл — клавиша. Предназначена для отключения включения/выключения системы;
- БРК — блок радиоканала. Предназначен для приема информации со светофоров;
- Бинт — блок интерфейса. Предназначенный для формирования CAN и USB — интерфейсов;
- БП — блок памяти. Предназначен для хранения информации о городской конфигурации, также необходимых переменных при работе управляющей программы.

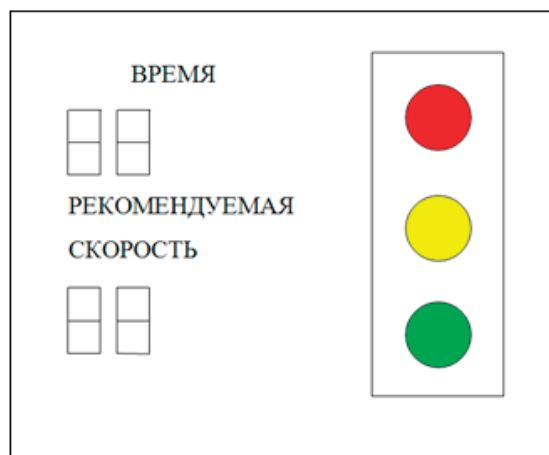


Рис. 1. Индикация системы

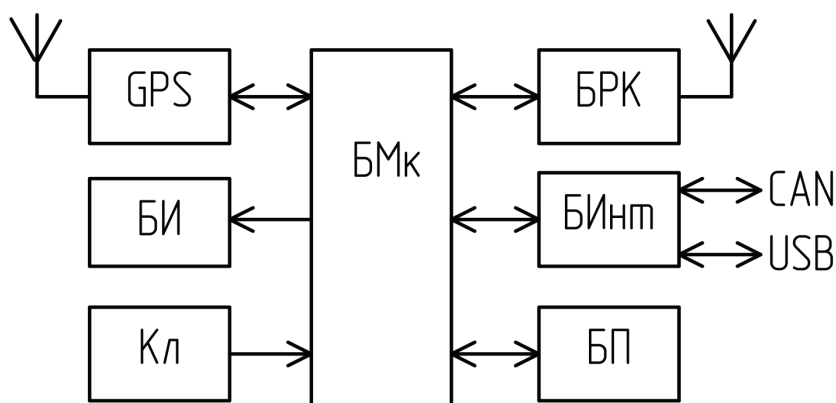


Рис. 2. Структурная схема системы

На рис. 3 представлена функциональная схема системы, которая состоит из следующих блоков:

- GPS — модуль определения текущей координаты автомобиля. Подключен к микроконтроллеру через интерфейс UART;

- ZigBee — модуль радиоканала по стандарту ZigBee. Обеспечивает связь системы со светофором по направлению движения. Подключен к микроконтроллеру через интерфейс UART;

- AVR — управляющий микроконтроллер. Обеспечивает управление всей системой и производит необходимые вычисления;

- ОЗУ — оперативное запоминающее устройство. Предназначено для хранения информации о городской конфигурации, также необходимых переменных при работе управляющей программы. Подключено к микроконтроллеру через интерфейс I<sup>2</sup>C;

- ТК — транзисторный ключ;

- ТУ — токовые усилители. Согласуют сигналы портов микроконтроллера и индикаторы;

- И — индикаторы. Отображают текущую информацию;

- СД — светодиоды. Показывают режим светофора и подсвечивают клавишу в активном состоянии;

Устройство работает следующим образом. Центральным звеном является микроконтроллер, к кото-

рому все устройства подключены по радиальной схеме. Конфигурация города загружается пользователем в оперативное запоминающее устройство через USB-интерфейс из персонального компьютера (ноутбук) со специальным программным обеспечением. Каждый светофор посылает информационные пакеты в сторону встречного движения, в которых сообщается код светофора, а также его состояние. Координаты автомобиля, получаемые из GPS — модуля, позволяют системе из всего набора приходящих пакетов выбрать необходимый.

Визуальная информация о состоянии светофора, а также подсветка клавиши осуществляется при помощи светодиодов, которые управляются микроконтроллером через токовые ключи. Рекомендуемая численная скорость, а так же время, оставшееся, до переключения светофора отображается на индикаторах, которые подключены к портам микроконтроллера также через токовые усилители и каждый индикатор выбирается микроконтроллером через соответствующий транзисторный ключ. Таким образом, реализуется динамическая индикация. CAN-интерфейс необходим для связи с центральным компьютером автомобиля для реализации функции стоп-старт.

В таблице 1 представлено назначение портов микроконтроллера.

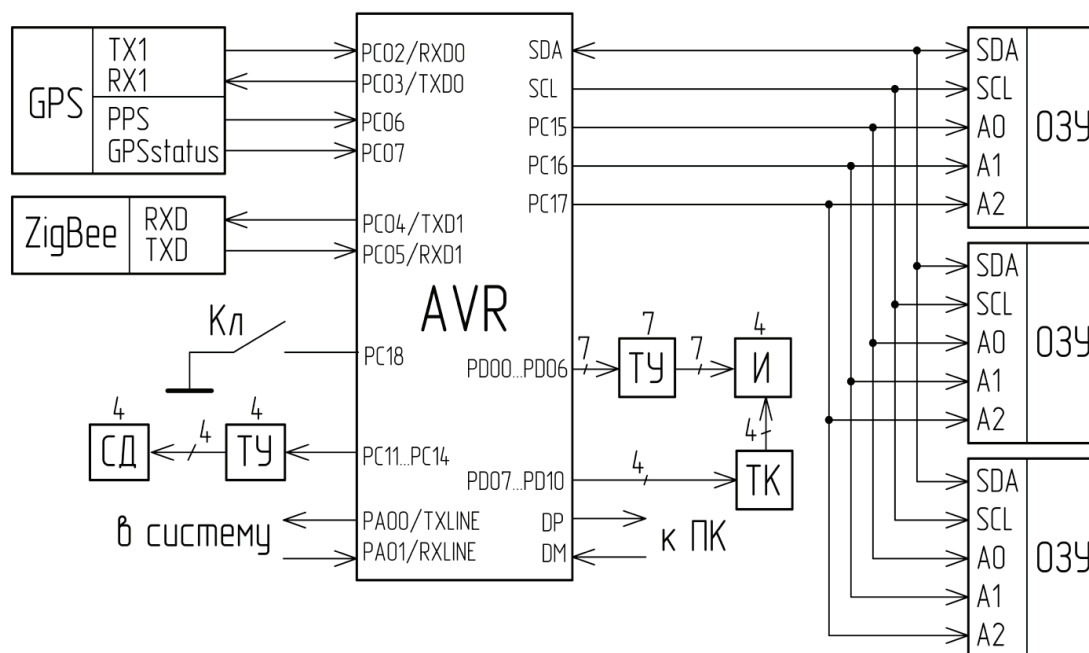


Рис. 3. Функциональная схема системы

Таблица 1

Назначение портов микроконтроллера

Порт	Назначение
PC02/RXD, PC03/TXD, PC06, PC07	Сигналы обслуживания GPS — модуля
PC04/TXD, PC05/RXD	Сигналы обслуживания ZigBee — модуля
PC18	обслуживание клавиши
PC11÷14	Управление светодиодами
PA00/TXLINE, PA01/RXLINE	CAN — интерфейс
PB20/SDA, PB19/SCL, PC15, PC16, PC17	Связь с ОЗУ
PD00÷03, PD07÷04	Выдача информации на отображение на индикаторах
PD10÷13	Управление выборкой индикатора
DP, DM	USB — интерфейс

### Литература:

1. Кудзис, А. П. Автомобильный транспорт / А. П. Кудзис. — М.: Высшая школа, 1988. — 342 с.
2. Дентон, Т. Автомобильная электроника / Том Дентон; пер. с англ. Александрова В. М. — М.: ИТ Пресс, 2008. — 576 с.
3. Хернер, А., Риль Х-Ю. Автомобильная электрика и электроника. /А. Хернер, Х-Ю. Риль. пер. с нем. Амчев В. Р. — М.: GMM-пресс, 2013. — 624 с.
4. Голубцов, М. С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному — М.: Солон-Пресс, 2003. — 320 с.
5. Системы активной безопасности [Электронный ресурс]: Сайт Alexsus — Режим доступа: <http://systemsauto.ru/active/active.html> (21.02.2017)



## Измеритель коэффициента стоячей волны

Шибеко Роман Владимирович, старший преподаватель;

Степченков Глеб Игоревич, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет (Хабаровский край)

*В статье рассмотрено устройство для измерения коэффициенты стоячей волны. Приведены структурная и функциональная схемы.*

**Ключевые слова:** сигнал, КСВ, антенна, фидер, сигнальный процессор, АЦП

**А**нтенно-фидерное устройство — совокупность антенны и фидерного тракта, входящая в качестве составной части в радиоэлектронное изделие, образец, комплекс.

Антенно-фидерные устройства используются для передачи сигналов в системах радиосвязи, радиовещания, телевидения, а также других радиотехнических системах, использующих для передачи сигналов радиоволны.

Коэффициент стоячей волны определяется качеством согласования нагрузки (например, антенны) с линией передачи (фидером). Коэффициент стоячей волны в линии передачи не зависит от внутреннего сопротивления источника электромагнитной волны (генератора) и (в случае линейной нагрузки) от мощности генератора. Значение коэффициента стоячей волны в однородной линии передачи без потерь постоянно по всей длине линии передачи и не зависит от её длины. Коэффициент стоячей волны влияет на:

- КПД системы «линия передачи — нагрузка»;
- максимальное значение передаваемой по линии мощности;
- режим работы генератора.

Представлен функциональный проект устройства для измерения коэффициента стоячей волны в диапазоне от 1 до 20 с точностью 0.1. Измерение может производиться диапазоне частот от 350 МГц до 1 ГГц. Шаг по частоте 1 кГц. Существует возможность для пользователя выбирать диапазон частот в указанных пределах, а также просматривать график зависимости коэффициента стоячей волны от частоты либо измерять данный коэффициент на конкретной частоте. Точность настройки диапазона составляет 0.1 МГц. Мощность сигнала, посылаемого в антенно-фидерный тракт составляет 1 Вт. Имеется возможность запомнить результаты нескольких измерений на внешнюю Flash-память через USB-порт.

Ниже представлена структурная схема устройства (см. рис. 1). Блоки схемы:

- БГС — блок генерации СВЧ-сигнала;
- БИЗ — блок измерения;
- БЗГ — блок задающих генераторов;
- БУ — блок управления;
- БПм — блок памяти;
- БИ — блок интерфейса.

Функциональная схема устройства представлена на рис. 2 состоит из следующих блоков:

- БПр — блок переключателей;
- ГСВЧ — генератор сверхвысокочастотного сигнала;
- ЗГс — задающий генератор генератора сверхвысокочастотного сигнала;
- ЗГи — задающий генератор аналого-цифрового преобразователя;
- А/D — аналого-цифровой преобразователь;
- DSP — сигнальный процессор;
- ПРК1, ПРК2 — преобразователи кодов;
- БПм — блок памяти.

Схема работает следующим образом. Центральным звеном является сигнальный процессор, который осуществляет обработку данных поступающих с аналого-цифрового преобразователя и управляет всей системой. Тактовая частота сигнального процессора и АЦП не менее 1 ГГц.

Блок переключателей позволяет направлять энергию вырабатываемую СВЧ-генератором либо в антенно-фидерный тракт, либо напрямую на вход АЦП. Таким образом существует возможность измерить амплитуду посылаемую в антенно-фидерный тракт, а также отраженную энергию. Сигналы в АЦП проходят первичную обработку и в виде обработанных отчетов поступают на дальнейшую обработку в сигнальный процессор. Итоговая информация запоминается в блоке памяти

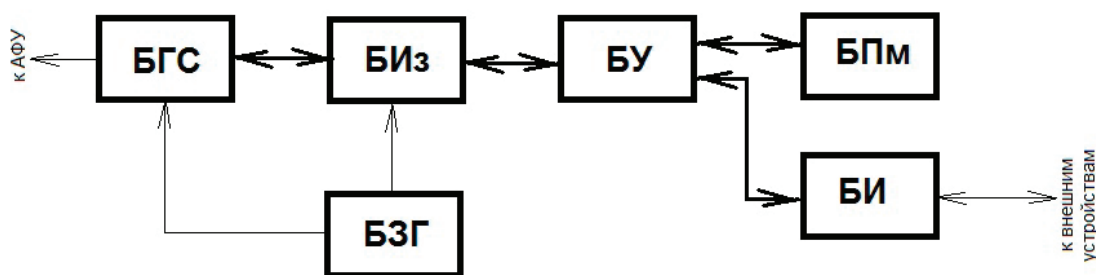


Рис. 1. Структурная схема устройства

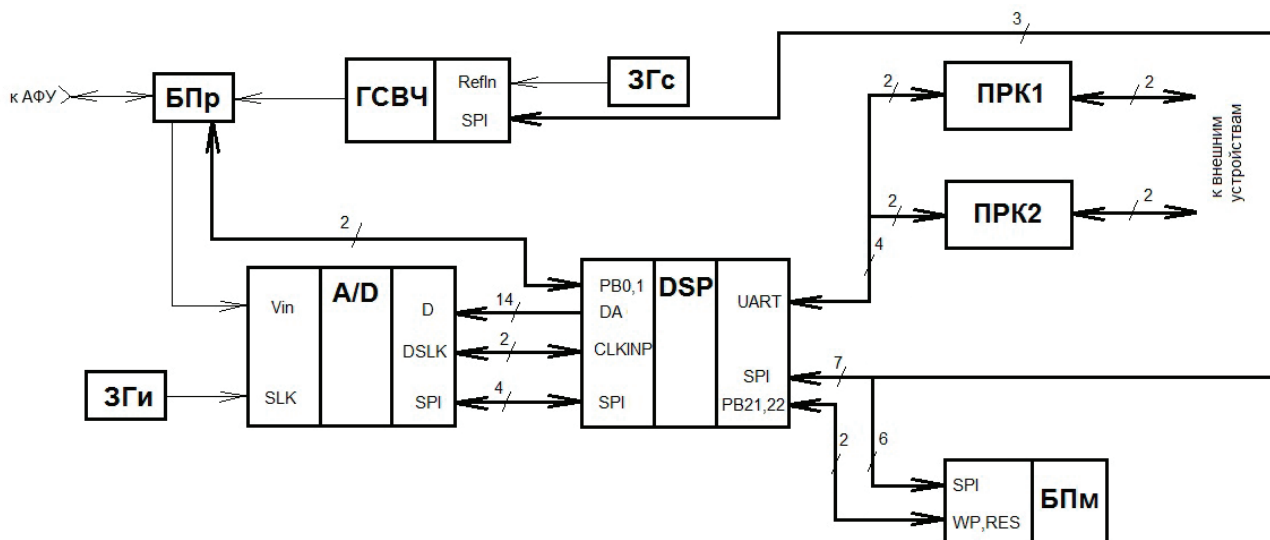


Рис. 2. Функциональная схема устройства

как рефлектограммы и при необходимости передается к внешним устройствам. Управление СВЧ-генератором и АЦП происходит по интерфейсу SPI. Также по этому интерфейсу происходит обслуживание памяти устройства. Обработанные данные выдаются на преобразователи кодов по интерфейсу UART, далее преобразуются USB-интерфейс и поступают на внешние устройства.

Функциональная схема построена таким образом, что предполагается использование микросхем, указанных ниже.

Процессор цифровой обработки сигналов. Применяется микросхема процессора цифровой обработки сигналов с ОЗУ 12 Мбит и тактовой частотой 500 МГц K1967ВЦЗТК.

Основные параметры микросхемы:

- два последовательных порта;
- разрядность внешней шины данных 32 бит;
- разрядность внешней шины адреса 22 бит;
- напряжение питания ввода/вывода  $U_{ccio}$  от 3,0 до 3,6 в;
- динамический ток потребления схем ввода/вывода  $i_{oc}$  не более 800 ма.

Процессор состоит из трех архитектурных частей:

- ядро процессора, где исполняются команды;
- внутренняя память, где хранятся данные;
- периферийные устройства, которые осуществляют операции обмена с внешними устройствами.

В ядре процессора можно выделить пять самостоятельных функциональных модуля:

- модули X и Y — вычислительные модули (устройства), в которых происходит основная обработка данных, и они в свою очередь включают в себя различные устройства обработки данных.

- модули J и K — целочисленные АЛУ, которые также являются адресными генераторами (или адресными АЛУ), т.к. только они имеют возможность формирования адреса для доступа к памяти. (Однако кроме адресных функций эти модули способны выполнять функции и по обработке данных. При этом данные (как

и адреса) могут иметь только тип Integer, что соответствует 32-разрядному целому числу.

— Модуль S — устройство управления, которое формирует адреса команд, управляет потоком команд, а также управляет работой всего конвейера ядра.

Модульная архитектура процессора с независимыми потоками команд позволяет организовать высокопараллельные вычисления. Так в процессе интенсивных вычислений одно или оба целочисленных ALU вычисляют или генерируют адреса для выборки до двух операндов размером в квадрослово из двух блоков памяти, в то время как устройство управления одновременно извлекает следующую четверку команд из третьего блока памяти. Параллельно вычислительные устройства могут обрабатывать ранее считанные операнды, а устройство управления подготавливать переход. Пока ядро процессора занято вышеописанными действиями, каналы DMA могут в фоновом режиме обновлять содержимое внутренней памяти квадрословами данных из внешнего порта или из портов линков.

Вычислительное ядро процессора достигает исключительно высокой производительности при цифровой обработке сигналов благодаря использованию вычислительного конвейера, пары вычислительных устройств, исполнения до четырех команд за такт, выборки/записи до восьми слов памяти за такт. Встроенная память состоит из шести блоков по 2Мб каждый. Каждый блок состоит из 64 К слов по 32 бита. Блоки памяти могут хранить команды и/или данные. Запросы к памяти обрабатываются конвейерно в пределах одного тактового цикла. Каждый запрос может извлекать до четырех слов.

Аналого-цифровой преобразователь. Предполагается использование АЦП ADC081500. Микросхема принадлежит к семейству сверхскоростных преобразователей с максимальными частотами преобразования от 500 МГц до 1,5 ГГц. Это одиночная АЦП ADC081500 с максимальной скоростью 1,5 ГГц. Микросхема выполнена с использованием 0,18-мкм КМОП-технологии в 128-выводном корпусе LQFP с теплопроводной пла-

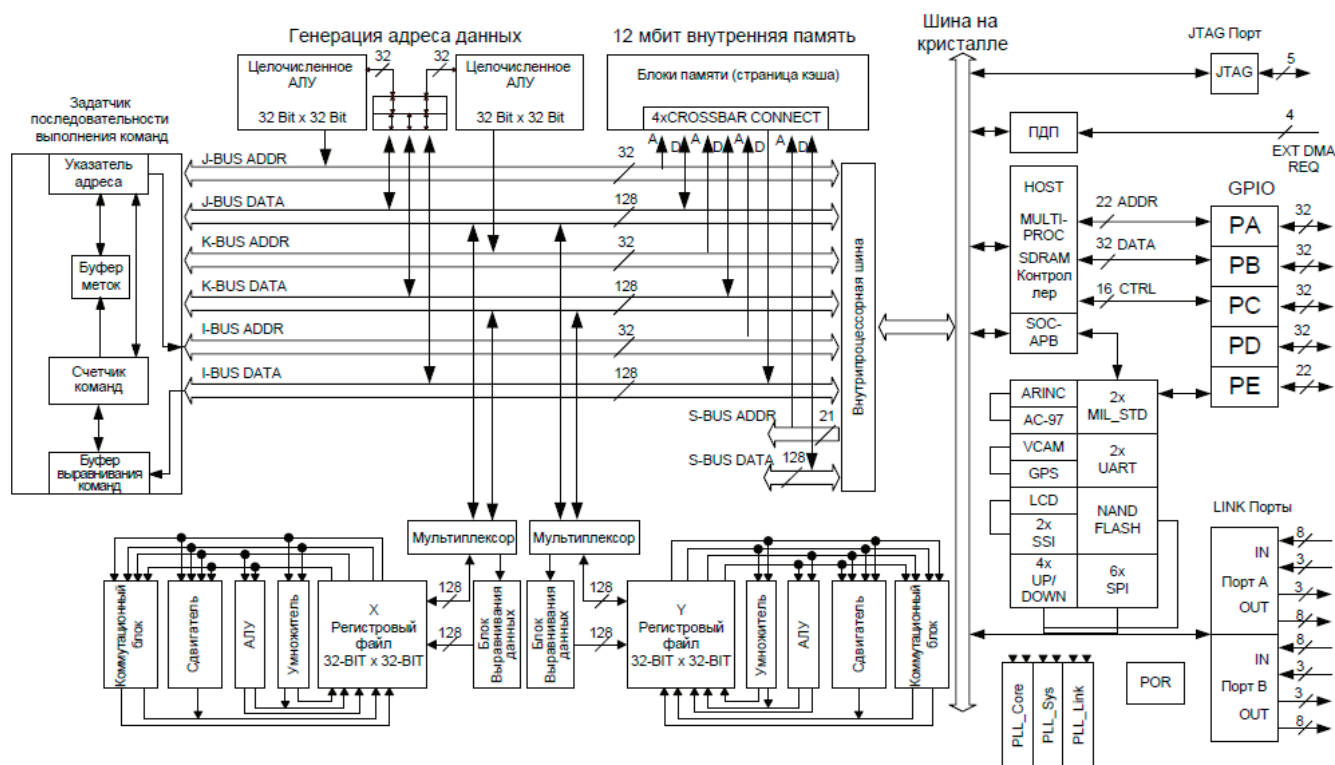


Рис. 3. Структурная схема микросхемы K1967BЦ3TK

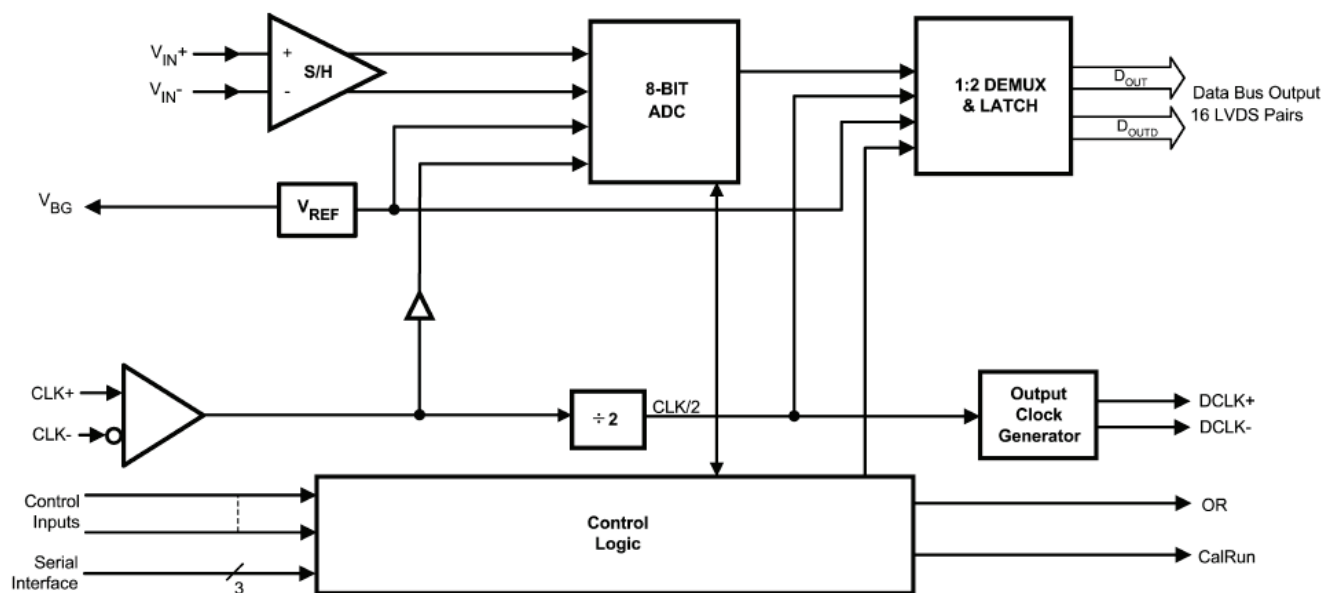


Рис. 4. Внутренняя структура микросхемы ADC081500

стиной и единым расположением выводов, что позволяет разработчику менять частоту дискретизации устройства без изменения печатной платы. Уникальная архитектура свертки и интерполяции, развитая схема устройств выборки-хранения и самокалибровки, а также полностью дифференциальная схема компараторов позволили до-

стичь равномерной динамической характеристики преобразования при эффективном числе бит  $ENOB=7,5$  на частоте входного сигнала 1500 МГц при частоте дискретизации 1,5 ГГц.

Остальные блоки устройства могут быть реализованы произвольным образом.

## Литература:

1. Библиотека электронных компонентов каталога «ПЛАТАН»: Каталог [Электронный ресурс]: материалы компании «Платан» — Режим доступа: [http://www.platan.ru/catalog/pdf/pass\\_comp.pdf](http://www.platan.ru/catalog/pdf/pass_comp.pdf) (дата обращения: 11.03.2017)

2. Что такое КСВ? [Электронный ресурс]: материалы компании «Уралрадио» — Режим доступа: <http://ural-radio.ru/about/> (дата обращения: 14.03.2017)
3. Компания «АО »ПКК Миландр» [Электронный ресурс]: Главная страница — Режим доступа: <http://milandr.ru/> (дата обращения: 9.03.2017)

## Аварийный авиационный радиобуй

Шибeko Роман Владимирович, старший преподаватель;

Теряев Владимир Александрович, студент

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет (Хабаровский край)

*В статье рассмотрена система сообщения поисковым службам о авиационной катастрофе (авиационной аварии).*

**Ключевые слова:** самолет, авиационная катастрофа, авиационная авария, GPS, датчик давления, радиопередатчик, радиоканал, интерфейс, микроконтроллер

**А**виационное происшествие — событие, связанное с использованием воздушного судна, которое привело к гибели либо серьезным травмам какого-либо лица (лиц), существенному повреждению либо утрате этого воздушного судна.

Как правило, среди авиационных происшествий различают:

- аварии — происшествия без человеческих жертв;
- катастрофы — с человеческими жертвами.

В течение последних лет наблюдается непрерывный и устойчивый рост объема воздушного движения. На-

пример, в 2015 году регулярными коммерческими перевозчиками было выполнено приблизительно 35,2 миллиона рейсов, что на 3,5 процента превышает количество рейсов за трехлетний период. Несмотря на это безопасность полетов имеет тенденцию к уменьшению.

Данные по безопасности полетов в мире на 2016 год по сравнению с прошедшим 2015 годом представлены на рис. 2.

Особую роль в повышении безопасности полетов обеспечивает эффективное расследование авиакатастроф (авиааварий). Самый затруднительный этап

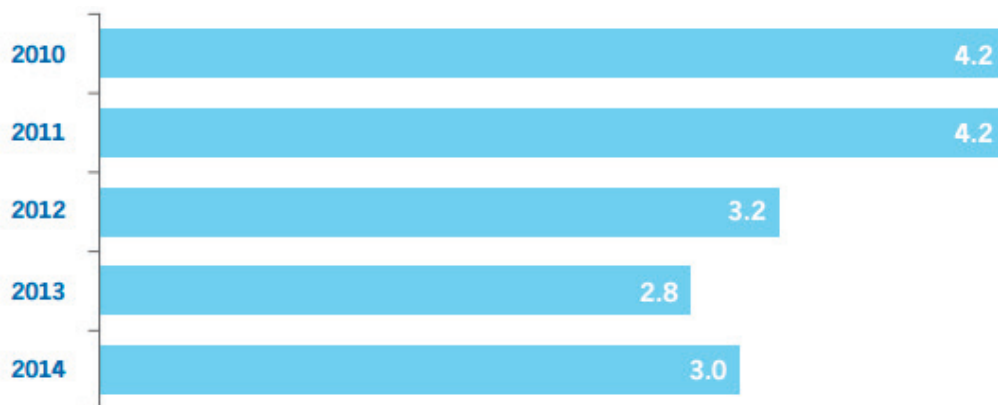


Рис. 1. Число несчастных случаев на миллион отправок

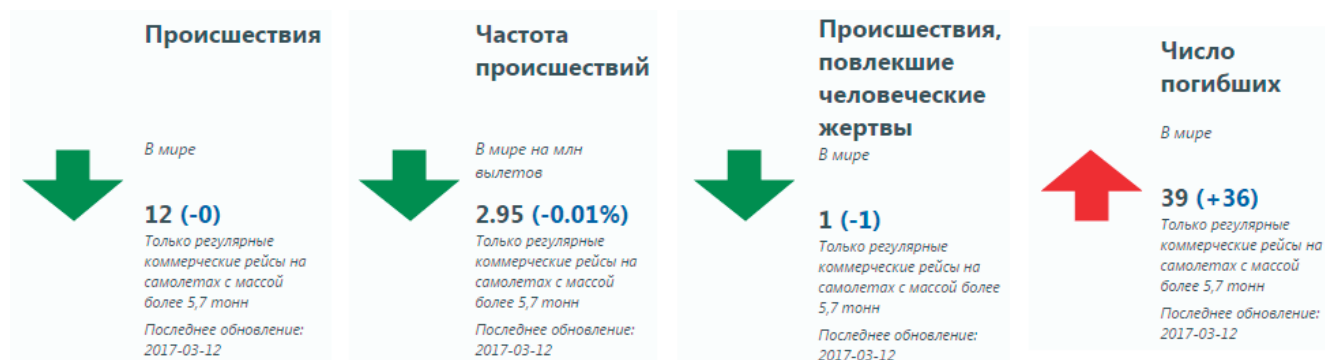


Рис. 2. Состояние безопасности полетов в мире в 2016 году

в расследовании — поиск авиалайнера (особенно если авиакатастрофа (авиаавария) произошла в труднодоступном регионе Земли или в океане). Тем более очень важна оперативность поиска.

Ниже представлена система аварийного радиосообщения об авиационной катастрофе (реже авиационной аварии) для средне- и дальнемагистральных самолетов.

Задача системы обнаруживать предпосылки связанные с авиационной катастрофой (аварией) и генерировать радиосигналы частотой 406, 025 МГц для спутниковых поисковых систем мощностью 13 Вт (не менее 24 часов работы при скважности передачи 1:10) и частотой 121,5 МГц для взаимодействия с поисковыми самолетами мощностью 1 Вт (не менее 48 часов работы при скважности передачи 1:5).

Устройство выстреливается из самолёта (наиболее целесообразное местонахождение системы — киль самолета) при помощи специального пиропатрона с капсулем. Удар по капсулю осуществляется механической системой под воздействием магнита, которым управляет электронная часть устройства.

Аварийная ситуация на борту самолета фиксируются по резким перепадам измеряемого атмосферного давления. Система, определяя координату самолета при помощи GPS, ориентировочно знает средний перепад давления по высоте для данной местности, поэтому если скорость изменения давления выше критического значения (программируется для каждого типа самолета отдельно), то на высоте приблизительно 1500 метров происходит выстреливание радиобуя.

Передача данных производится по стандартам, принятым для поисковых систем, причём передается не только текущее положение радиобуя, но и десять предыдущих точек измерения (измерения проводятся через одну секунду), что позволяет при поиске самолета ориентировочно оценить траекторию его падения.

Структурная схема системы представлена на рис. 3 и состоит из следующих блоков:

- БGPS — блок GPS;
- БИД — блок измерителя давления;
- БПм — блок памяти;
- БМк — блок микроконтроллера;
- БП — блок питания;
- П406 — передатчик на 406,025 МГц;
- П121 — передатчик 121,5 МГц;
- СО — схема отделения от самолета;
- БП — блок питания.

Функциональная схема системы представлена на рис. 4 и состоит из следующих блоков:

- GPS — блок для определения текущих координат системы;
- ДАД — датчик атмосферного давления. Предназначен для определения текущего атмосферного давления;
- П — flash-память системы. Память системы служит для программирования местности, а также запоминания текущих переменных работы управляющей программы;
- СП — супервизор питания. Формирует сигнал сброса для управляющего микроконтроллера;
- AVR — управляющий микроконтроллер. Конфигурирует и управляет системой;
- П406 — передатчик на 406, 025 МГц;
- П121 — передатчик на 121,5 МГц;
- КДО — контактный датчик отделения. Служит для сообщения системе, что отделение от самолета произошло;
- УПП — схема управления пиропатроном. Осуществляет включение питания для срабатывания пиропатрона;
- А — аккумулятор. Служит для резервного питания системы;
- СТ — стабилизатор. Предназначен для формирования питающих напряжений;
- К1,2,3 — управляемые ключи для подключения питания.

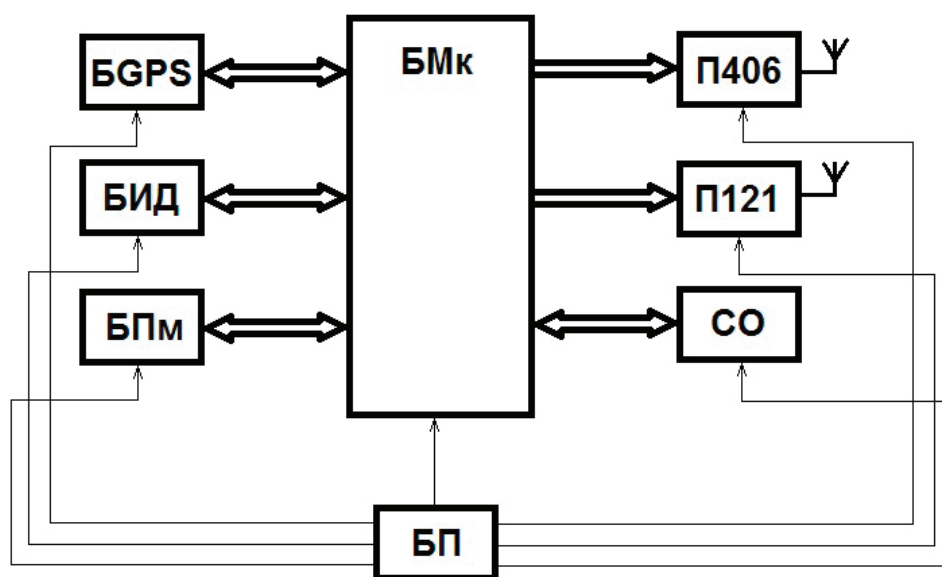


Рис. 3. Структурная схема системы



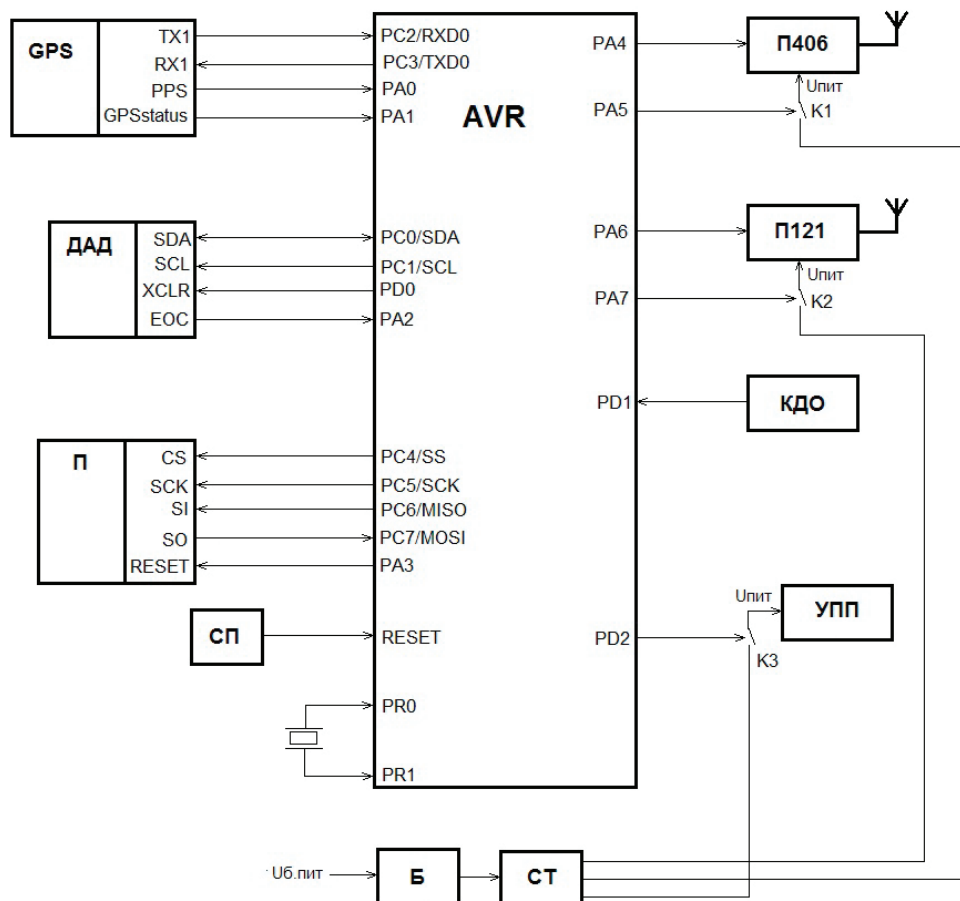


Рис. 4. Функциональная схема системы

Система работает следующим образом. Центральным звеном системы является микроконтроллер, который там конфигурирует и управляет системой. Взаимодействие с датчиком давления, GPS-блоком и памятью происходит по стандартным интерфейсам UART, I<sup>2</sup>C, SPI которые формируются портами микроконтроллера.

Формирование цифровых сигналов передатчиков также производится на соответствующих портах микроконтроллера напрямую. Для экономии энергии питание

передатчиков отключается и включается в случае необходимости при помощи ключей К1, К2. При помощи ключа подается напряжение для электромагнита запуска пиропатрона. Контроль срабатывания пиропатрона осуществляется датчиком отделения. Аккумулятор для работы системы при отсутствии бортового питания. Стабилизатор формирует необходимые номиналы питающих напряжений.

В таблице 1 представлено назначение портов микроконтроллера.

Таблица 1

Назначение портов микроконтроллера

Порт	Назначение
PC2/RXD0, PC3/TXD0, PA0, PA1	Сигналы обслуживания GPS — модуля
PC0/SDA, PC1/SCL, PB0, PA2	Сигналы обслуживания датчика давления
PC4/SS, PC5/SCK, PC6/MISO, PC7/MOSI	Сигналы обслуживания памяти системы
PA4	Сигнал для передатчика П406
PA6	Сигнал для передатчика П121
PD1	Сигнал с датчика отделения системы от самолета
PA5, PA7, PD2	Сигналы управления ключами питания

## Литература:

1. Задорожный, В.Д. Безопасность полетов: учебное пособие/ В.Д. Задорожный. — Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2012. — 148 с.

2. Новожилов, Г. В. Безопасность полета самолета. Концепция и технология / Г. В. Новожилов, М. С. Неймарк, Л. Г. Цесарский. — М.: Машиностроение, 2003. — 144 с.
3. Козлов, В. В. Безопасность полетов: от обеспечения к управлению / В. В. Козлов. — М.: ОАО «Аэрофлот — российские авиалинии», 2010. — 270 с.
4. Авиационная безопасность [Электронный ресурс]: Сайт Wikipedia — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) (12.03.2017)
5. Авиационная безопасность [Электронный ресурс]: Сайт Росавиация — Режим доступа: <http://www.favt.ru/about-rosaviation/> (10.03.2017)
6. ИКАО [Электронный ресурс]: Сайт ИКАО — Режим доступа: <http://www.icao.int/Pages/default.aspx/> (12.03.2017)
7. Какова на самом деле статистика авиакатастроф? Как посчитать авиационные риски [Электронный ресурс]: Сайт Центр Алексея Герваша — Режим доступа: <https://letaem-bez-straha.ru/stat-avia/kakova-na-samom-dele-statistika-aviakatastrof-kak-poschitat-aviatsionnye-riski> (9.03.2017)

# АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

## Классификация состояний информационной системы по критерию безопасности

Пушкарская Анна Игоревна, студент;  
Витенбург Екатерина Александровна, аспирант  
Волгоградский государственный университет

Оладько Владлена Сергеевна, кандидат технических наук, преподаватель  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (г. Москва)

*В статье рассмотрена проблема идентификации нарушений безопасности в информационной системе предприятия посредством анализа и классификации событий системы. Проанализирована динамика нарушений безопасности информации в организации. Сделан вывод, что основными последствиями инцидентов являются утечка информации. Предложен и формализован подход к классификации состояний ИС по критерию безопасности на нормальные, аномальные и опасные.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, инцидент, событие, защита информации, оценка риска, аномалия, злоумышленник, атака

Сегодня практически каждая организация в процессе управления и осуществления своей деятельности использует объекты информационной инфраструктуры и сети связи для хранения, обработки и передачи больших объемов электронной информации различной формы, ценности и категории доступа. Информационная система (ИС) является базовым компонентом информационной инфраструктуры, в которой циркулирует наиболее значимая конфиденциальная информация различного вида: персональные данные, коммерческая тайна, служебная и профессиональная тайна, сведения об изобретениях и ноу-хау. Данные аналитики, представленные в отчетах компании Infowatch [1], показывают, что при эксплуатации ИС с каждым годом растет число утечек конфиденциальной информации (см. рисунок 1). В 2016 году число зафиксированных утечек превышает на 16% количество зафиксированных утечек за аналогичный период 2015 года, а за последние 10 лет количество утечек увеличилось в 5 раз (см. рисунок 1).

Основными причинами утечек являются преднамеренные действия и атаки злоумышленников, а также халатность и ошибки сотрудников организации, в 33% источниками нарушений являлись внешние воздействия, в 67% — действия внутренних нарушителей. Как показано в [2], действия злоумышленника при проведении атаки на информационные ресурсы, данные и объекты ИС представляют собой сложный, многоступенчатый, часто ветвящийся

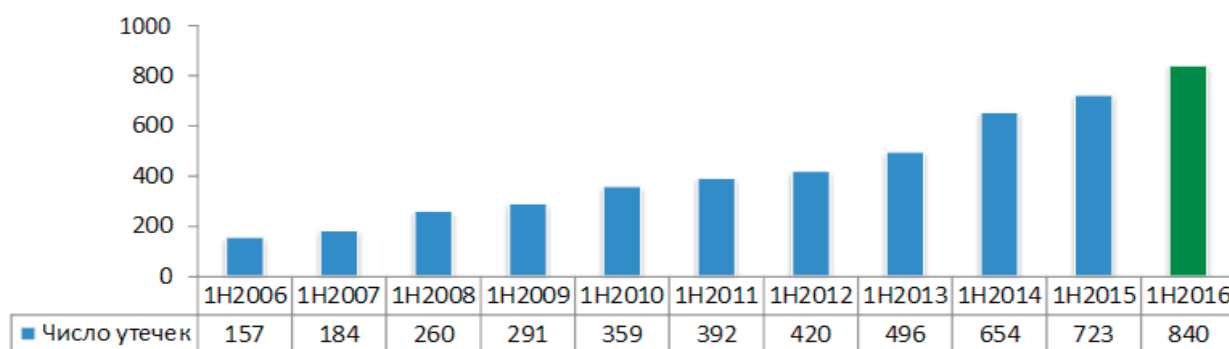


Рис. 1. Динамика роста числа утечек конфиденциальной информации за последние 10 лет, данные компании Infowatch

процесс, который сопровождается рядом событий, происходящих в ИС. Данные события возникают на системном и сетевом уровнях, носят нежелательный характер и влияют на состояние информационной безопасности (ИБ) ресурсов и подсистем ИС. Совокупность множества взаимосвязанных событий безопасности образуют сценарий инцидента безопасности, который, оставаясь долго незамеченным, наносит существенный ущерб организации и может стать причиной возникновения новых нарушений. Для предотвращения подобного сценария развития ситуации, своевременного обнаружения инцидента безопасности, его локализации и минимизации рисков необходимо проводить регулярный мониторинг событий ИС и классифицировать ее состояния по критерию безопасности.

В данной работе авторами предлагается подход к классификации состояний ИС по интегральному критерию безопасности, который основан на периодической оценке рисков событий происходящих в системе.

При решении задачи классификации текущего состояния ИС —  $S_T$  в соответствии с подходом работы [3], предлагается выделить три возможных состояния ИС, которые описываются кортежем —  $ISState = \langle Snorm, Sanorm, Sdang \rangle$  (см. рисунок 2):

- нормальное состояние ( $Snorm$ ) — указывает на отсутствие в ИС подозрительной активности, аномальных событий и соответствует штатному режиму ИС, не требует проведения каких-либо внеплановых мероприятий по защите информации;
- аномальное состояние ( $Sanorm$ ) — указывает на присутствие в системе подозрительной аномальной активности, ошибок пользователей, снижение производительности и других отклонений от штатного режима работы, не имеющих явных признаков нарушения безопасности, требует дополнительного контроля и мониторинга дальнейшего развития ситуации;
- опасное состояние ( $Sdang$ ) — указывает на наличие событий безопасности, признаков обнаруженной атаки, сбоев и отказов программно-аппаратных подсистем ИС, требует немедленной реакции службы безопасности и применение средств и механизмов, направленных на блокирование и локализацию угрозы, а также снижение рисков.

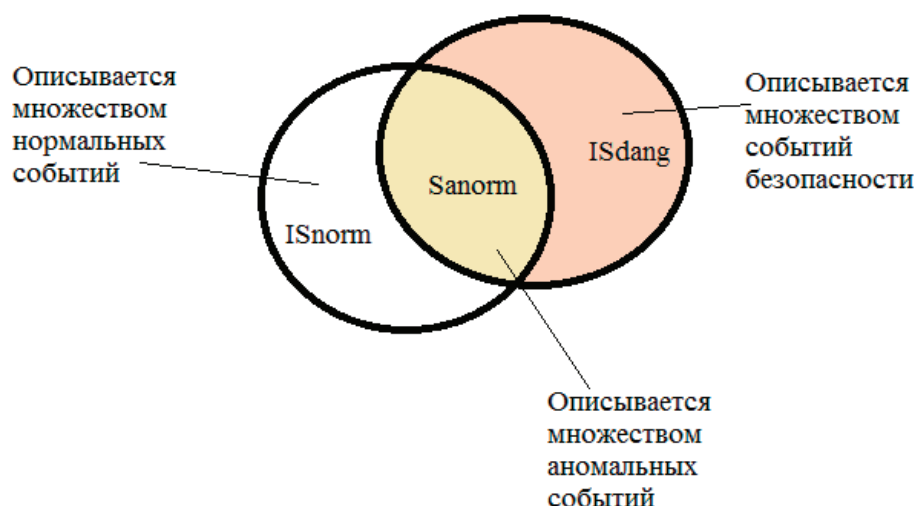


Рис. 2. Множества состояний ИС

Классификация состояния ИС осуществляется по правилу (см. формулу 1)

$$ISState = \begin{cases} Snorm, \forall EventIS_i \in EventIS \mid EventState = S^n \\ Sdang, \exists EventIS_i \in EventIS \mid EventState = S^d \\ Sanorm, Snorm \cap Sdang \end{cases} \quad (1)$$

где  $EventIS_i \in EventIS$  — определенное событие, во множестве всех событий ИС;  $EventState$  — тип события;  $S^d$  — событие нарушение безопасности;  $S^n$  — нормальное событие;  $S^a$  — аномальное событие. Принадлежность события  $EventIS_i$  к одному из трех состояний  $EventState = \{S^n, S^d, S^a\}$  определяется с двух шаблонов опасных и безопасных событий —  $StatePatern = DamageEvent \cup NormEvent$ , которые представляют собой пополняемые базы данных, сформированные на этапе составления «профиля ИС» и расширяемые в процессе эксплуатации ИС и управления инцидентами ИБ (см. рисунок 3).

Классификация  $F(EventIS_i(EventState) \rightarrow \{StatePatern\}_j)$ , осуществляется следующим образом (формула 2).

$$EventIS_i(EventState) = \begin{cases} S^n, EventIS_i \in NormEvent \\ S^d, EventIS_i \in DamageEvent \\ S^a, EventIS_i \notin NormEvent \cup DamageEvent \end{cases} \quad (2)$$

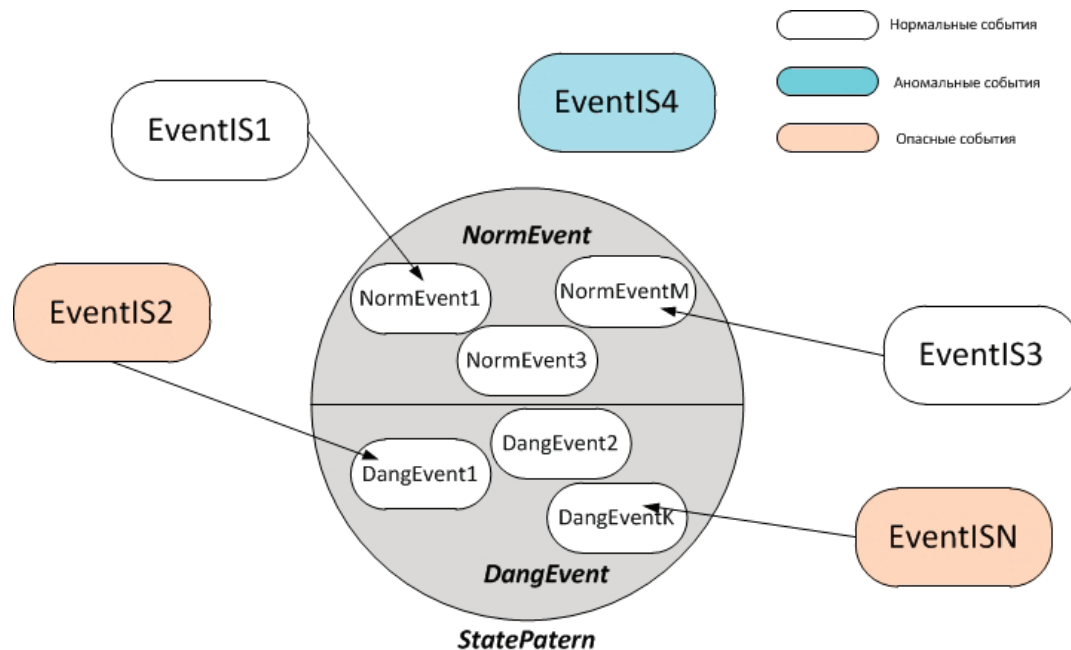


Рис. 3. Схема классификации событий ИС на основе базовых шаблонов

Таким образом, при классификации ИС по критерию безопасности нужно учитывать, что аномальное состояние ИС является пограничным и требует детального изучения. Причинами аномального состояния являются [4–6]:

- временное санкционированное отклонение от штатного режима работы, например, расширение программно-аппаратной платформы ИС, появление новых пользователей, сдача отчетов и увеличение объема передаваемой в сети информации, осуществление планового резервирования, тестирование политики безопасности;
- отклонение, вызванное отказом средств или подсистем ИС, появлением новой уязвимости или действием злоумышленника, например, предварительное сканирование ИС, внедрение вредоносного программного обеспечения, блокирование серверов (DDos — атаки), нарушение логических связей или переполнением буфера или стека.

С течением времени может наблюдаться переход ИС из аномального состояния в нормальное или опасное. В связи с этим требуется постоянный мониторинг источника аномальной активности, анализ рисков событий, связанных с источником и принятие управляющих решений относительно классифицированного состояния ИС. Кроме того отсутствие или применение средств защиты может также повлиять на состояние ИС и перевести ее из одного класса в другой (см. рисунок 4).

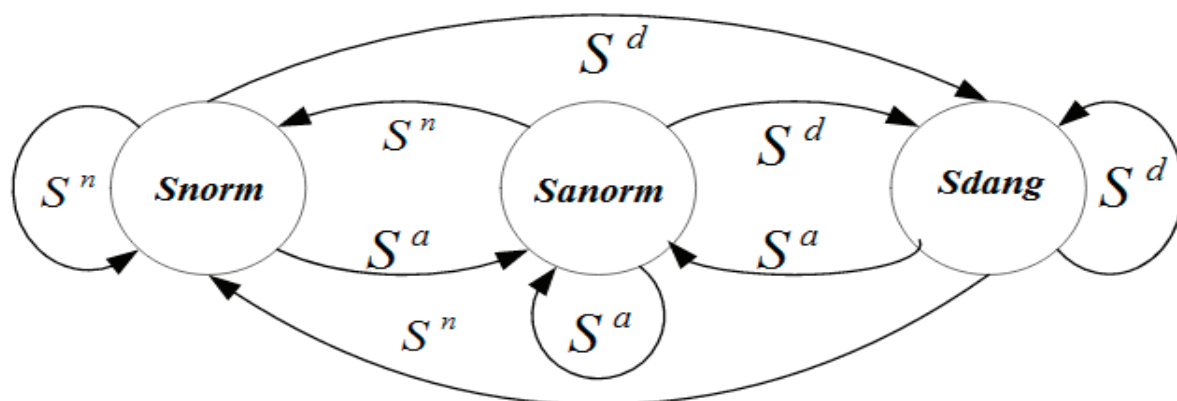


Рис. 4. Ориентированный граф перехода состояний ИС

Поскольку переходные процессы сопровождают ИС на протяжении всего периода эксплуатации, то классификацию состояний ИС по критерию безопасности следует проводить на регулярной основе. При этом период времени между классификациями состояний будет зависеть от результатов прошлой проверки, если предыдущее состояние было классифицировано как опасное или аномальное, то проверки следует проводить чаще, сводя к минимуму временной интервал.



**Литература:**

1. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в I полугодии 2016 года//Аналитический центр Infowatch [электронный ресурс]. URL: [https://www.infowatch.ru/sites/default/files/report/analytics/russ/InfoWatch\\_Global\\_Report\\_2016\\_half\\_year.pdf?rel=1](https://www.infowatch.ru/sites/default/files/report/analytics/russ/InfoWatch_Global_Report_2016_half_year.pdf?rel=1) (дата обращения 11.03.2017).
2. Микова С. Ю., Оладько В. С. Модель системы обнаружения аномалий сетевого трафика//Информационные системы и технологии. 2016. № 5 (97). С. 115–121.
3. Никишова А. В., Рудиков Р. Ф., Калинина Е. А. Нейросетевой анализ событий безопасности в информационной системе//Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 2 (151). С. 80–86.
4. Оладько В. С., Садовник Е. А., Ермакова А. Ю. Анализ аномальной активности как инструмент обнаружения злоумышленных воздействий в информационной системе// Евразийский союз ученых. 2015. № 3–4 (12). С. 146–149.
5. Козунова С. С., Бабенко А. А. Модель построения защищенной информационной системы корпоративного типа// Информационные системы и технологии. 2016. № 3 (95). С. 112–120.
6. Аткина В. С. Система анализа катастрофоустойчивости//Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2013. Т. 322. № 5. С. 116–120.

# ЭНЕРГЕТИКА

## Анализ работы подстанции 110 кВ Чучково

Анашкин Сергей Сергеевич, магистрант;  
Борисовский Андрей Петрович, кандидат технических наук;  
Ерохина Юлия Евгеньевна, студент  
Рязанский государственный радиотехнический университет

*В данной статье рассмотрен режим работы трансформаторов ПС 110 кВ Чучково. Возникает необходимость получения более точных и достоверных сведений о работе электроустановки, для наилучшей оценки технического состояния, повышение эффективности работы, получения рекомендаций по оптимизации электроснабжения потребителей. Получить такую информацию возможно путем изучения графика нагрузки и моделирования. Некоторые критерии определяются на основании анализа графиков нагрузок за наиболее характерные периоды времени. Изменяя интервалы наблюдений по часам суток, можно получить дополнительную информацию о подобии исследуемых объектов. Объединение информации о работе подобных объектов позволяет повысить точность оценки технического состояния трансформаторов в системах электроснабжения.*

**Ключевые слова:** система электроснабжения, трансформаторная подстанция, критерии, график нагрузки, электроэнергетическая система

## Analysis of substation 110 kV Chuchkovo

Anashkin S.S., student-master;  
Borisovski A.P., candidate of technical sciences;  
Erokhina Y.E., student  
Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan

*This article deals with the working schedule of the boosters of 110 kV switching Substation Chuchkovo. There is a need to provide more accurate and reliable data about the Electricity generating equipment, for the best estimate of the technical condition, to increase the efficiency, to produce recommendations to optimize the power supplies for consumers. Get this data is possible by examining the load schedule and simulation. Some criteria are based on the analysis of load diagrams for the most characteristic periods. You can get more data about the similarity of the objects, by varying the intervals of observations by the hour of the day. Combining data on the work of these facilities can improve the accuracy of estimation of the technical condition of boosters in power supply systems.*

**Keywords:** power supply system, boosters substation, criteria, schedule of load, power system

Чучковский район электрических сетей (РЭС) осуществляет техническое обслуживание, ремонтные и эксплуатационные работы, а также оперативно-диспетчерское управление электрическими сетями и энергообъектами 0,38–110 кВ на обслуживаемой ими территории, осуществляют контроль за соблюдением потребителями установленных планов и режимов электропотребления и реализацией электропотребления. В зоне обслуживания Чучковского РЭС находится 51 населённый пункт, в которых зарегистрировано 2195 бытовых абонентов. От сетей Чучковского РЭС запитано 62 юридических лиц из них ТСО-1. Социально зна-

чимые объекты: 7 — школ, 4 — больницы, 7-ФАП, 2 — МВД. МО, 32 — водонапорные башни, 8 — котельных. Основным источником электроснабжения Чучковского района являются трансформаторные подстанции Чучковского РЭС. Их четыре. Это подстанции «Чучково», «Пертово», «Дудкино» и «Аладыно». Одной из ключевых их задач является изучения данных энергообъектов, оптимизация режимов работы, оценка недозагруженности энергообъектов и многих других технических величин трансформаторных подстанций. В основном работа всех мощных двухтрансформаторных подстанций идентична, из-за схожего конструктивного исполнения,

принципа работы и друго-го. Однако, некоторые моменты их работа носят специфический характер. Это связано с тем, что изменение различных параметров, характеризующие состояние и рабочие режимы всегда будут отличаться. Все эти отличия в работе энергообъекта дают возможность сравнить работу разных подстанций только приближенно. В таких ситуациях можно говорить только о усредненных показателях и характеристиках электроснабжения. Но в определенных ситуациях возникает необходимость получения более точных и достоверных сведений о работе электроустановки, для наилучшей оценки технического состояний, повышение эффективности работы, получения рекомендаций по оптимизации электроснабжения потребителей. Получить такую информацию возможно путем изучения графика нагрузки и моделирования [1]. Главной частью подстанции является силовой трансформатор. Он предназначен для трансформации величины напряжения, так как передавать электроэнергию малого напряжения на большие расстояния экономически не выгодно. Исследование работы трансформаторов возможно проводить, как по суточным графикам нагрузки, снимая показания каждые 30 минут или 1 час, так и по годовым. Современный вариант исследования графиков нагрузки говорит о недозагруженности подстанций Чучковского РЭС. Это связано со снижением уровня промышленности, закрытием большого числа производственных предприятий после того, как произошел переход к рыночной экономике. Вследствие этого произошло снижение уровня электрических нагрузок [2]. Суточные графики и графики по продолжительности нагрузки мощных потребителей стали демонстрировать четкую нелинейность [3], [4].

Проведем анализ работы трансформаторов ПС 110 кВ Чучково.

$W_p = 5162 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$ ;  $W_Q = 2013 \text{ МВАр} \cdot \text{ч}$ ;  $P_{\text{ном}} = 40 \text{ МВт}$ ;  $Q_{\text{ном}} = 15 \text{ МВАр}$ ;

График электрической нагрузки изображается, как ступенчатая кривую изменения мощности за отведенный интервал времени. Значение мощности берется по показаниям электросчетчиков, показания которых необходимо снимать каждый час (30 минут).

Построение графика позволяет определять величину сечения токоведущих частей, рассчитать отклонение напряжения, величину математического ожидания, дисперсии, решать вопросы, показателей, характеризующих эффективность проектных решений и многие другие не мало важные характеристики. Согласно сводной ведомости нагрузки трансформаторов построим суточный и годовой график потребления полной мощности (рис. 1 и рис. 2).

Проведем расчет основных показателей, характеризующие нагрузку трансформаторов.

1. Коэффициентом использования электроприемника  $k_u$  или группы электро-приемников, называется отношение средней мощности отдельного электроприемника (группы электроприемников) к номинальной мощности. Коэффициент использования должен соответствовать тому же промежутку времени (цикл, смена, год), к которому отнесены мощности, для которых рассчитывается данный показатель.

$$k_u = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{ном}}};$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum P}{24};$$

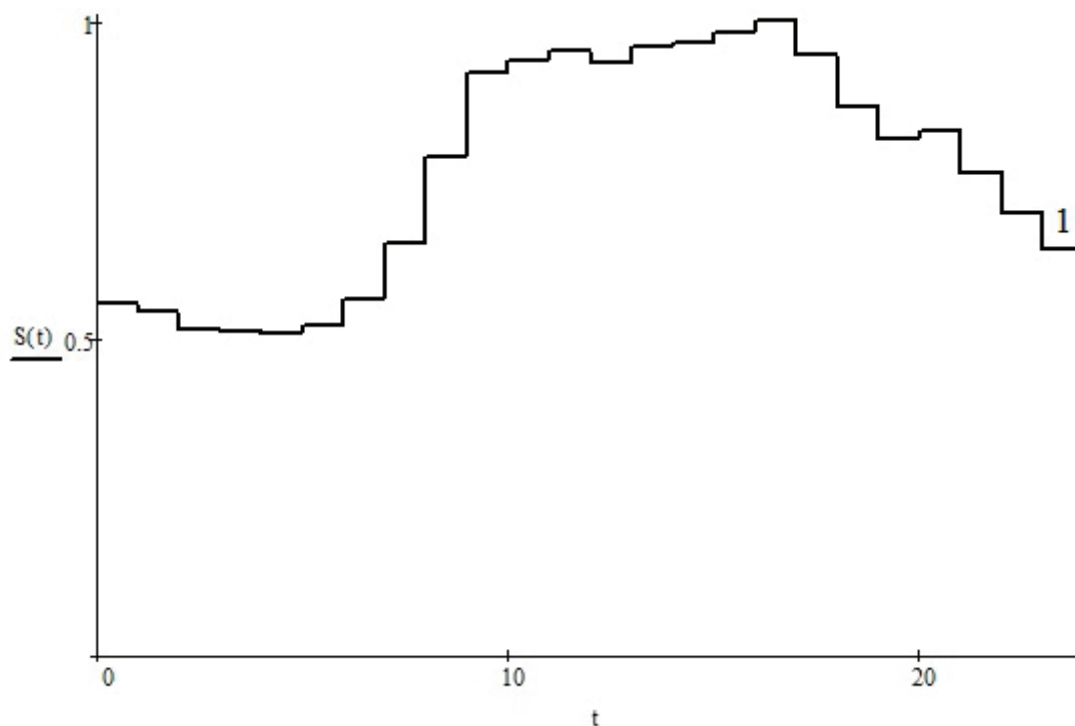


Рис. 1. Суточный график нагрузки трансформаторов. 1 — кривая изменения нагрузки во времени

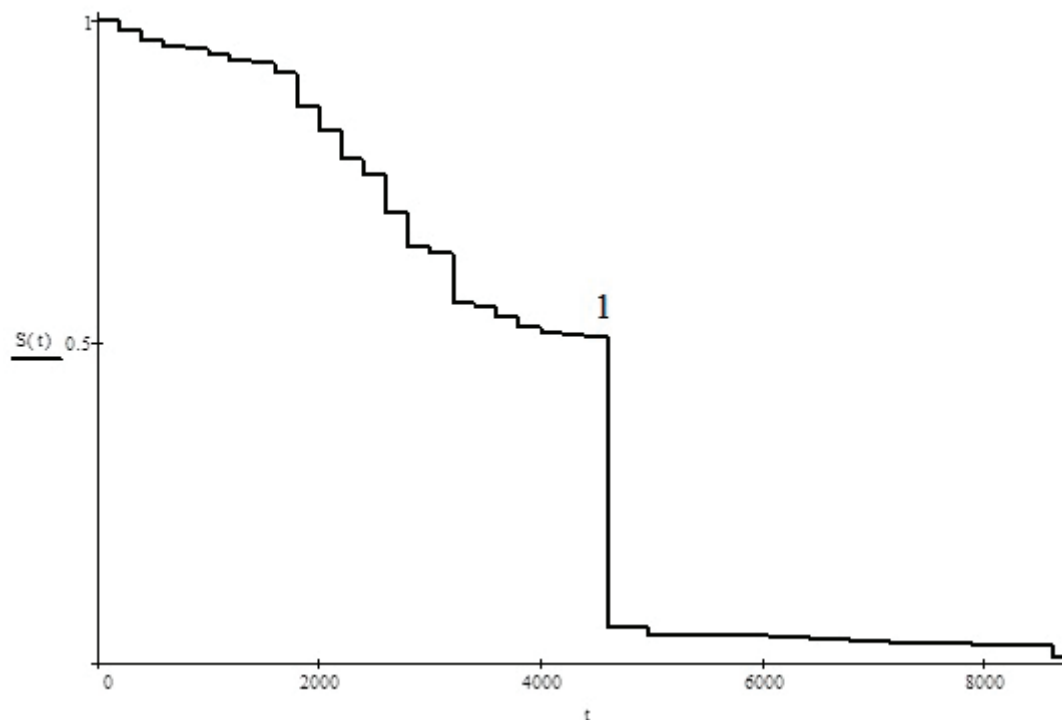


Рис. 2. Годовой график нагрузки трансформаторов. 1 – кривая изменения нагрузки во времени

$$P_{cp} = \frac{\sum P}{24} = \frac{36.567}{24} = 1.523 \text{ МВт/ч};$$

$$k_u = \frac{1.523}{24} = 0.038;$$

2. Коэффициентом включения электроприемника  $k_v$  называется отношение полного времени работы электроприемника в цикле  $t_{в.}$  ко всей продолжительности цикла  $t_{ц.}$ . Время включения приемника за цикл складывается из времени работы  $t_p$  и времени холостого хода  $t_x$ :

$$k_v = \frac{t_p + t_{xx}}{t_{ц}};$$

После рассмотрения выше построенных графиков можно сделать вывод о том, что время работы электрооборудования равно времени цикла, следовательно перерывов в электроснабжении потребителей не наблюдается.

$$t_p = t_{ц} = 24;$$

$$k_v = \frac{t_p + t_{xx}}{t_{ц}} = \frac{24 + 0}{24} = 1;$$

3. Коэффициентом загрузки электроприемника  $k_3$  называют отношение потребляемой мощности в определенный момент времени  $S$  к номинальной мощности трансформатора.

$$k_3 = \frac{S}{S_{ном}};$$

Данная характеристика может находить применение для оценки состояния электрооборудования и режимов его работы [5].

Подстанции с высшим напряжением 110 кВ трансформатора имеют более изменчивые график нагрузки, температурный режим проводников и обмоток трансформатора. Это приводит в несвоевременному износу изоляции и как следствие повреждению оборудования. Износ изоляции сопровождается обильным выделением тепла в проводниках обмоток и значением достигнутых температур за время наблюдения. Получить зависимость температуры нагрева проводников обмоток  $\theta$  от тока нагрузки  $I$  за расчетный промежуток времени можно путем решения уравнения теплового баланса [6]:

$$\Theta = \Theta_{ном} \cdot \left(\frac{I}{I_{ном}}\right)^2 \cdot (1 - e^{-ir \cdot t}) + \Theta_0 \cdot e^{-ir \cdot t} \text{ где}$$

$r$  — обратная величина постоянной времени нагрева;

$\theta_{ном}$  — температура нагрева при нормальной нагрузке;

$\theta_0$  — начальная температура;  $I$  — ток нагрузки;  $I_{ном}$  — номинальный ток.

Дополнительно введем оценку времени использования максимальной нагрузки  $T_{max}$ .

$$T_{max} = \frac{W_p}{P_{max}};$$

$$T_{max \text{ p.з.}} = \frac{5162}{2} = 2581 \text{ ч};$$

Рассмотренные выше показатели работы трансформаторов, дают возможность усовершенствовать графики плановых технических обслуживаний, ремонта, более точно предвидеть появление отказов и аварийных отключений. При сохранении состава основного электрооборудования передающего объекта и мощности подключенных потребителей, регулируя только включенное оборудование, возможно уменьшить потери и улучшить показа-

тели качества электроэнергии. Очевидно, что отключение частей электрооборудования по экономическим соображениям не должно оказывать влияние на надежность электроснабжения. В связи с этим можно сделать вывод, что основополагающим звеном в энергоэффективной работе подстанций, на мой взгляд, будет комбинация нагрузки потребителей и соответствующего ему состава работающего оборудования. Значения граничных мощностей на графике позволяют узнать нагрузку электропри-

емников, при которой электроэнергия в трансформаторе, с точки зрения потерь, эффективно переходит от подстанции к потребителю. Поэтому, на мой взгляд, важно разработать активно-адаптивные системы распределения и передачи нагрузки между трансформаторами с целью уменьшения потерь мощности, как в трансформаторах, так и в генерирующих системах, что значительно повысит уровень эффективности электроснабжения в рамках конкретного предприятия и всей страны.

### Литература:

1. Веников В. А. Теория подобия и моделирования. — М.: Высш. школа, 1976—480 с.
2. Иванов-Смоленский А. В. Электрические поля и процессы электрических машинах и их физическое моделирование. — М.: Энергия, 1969.-304с.
3. Гордиевский И. Г., Кавченков В. П., Основы моделирования систем электроснабжения. М.: МЭИ, — 1983. 88 с.
4. Мирский Г. Я. Характеристики стохастической взаимосвязи их измерения. М.: Энергоатомиздат, 1982. 320 с.
5. Кабышев А. В., Обухов С. Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию: Учеб. пособие / Том. политехн. ун-т. — Томск, 2005. — 168 с.
6. Фокин Ю. А., Туфанов В. А. Оценка надежности систем электроснабжения. — М., Энергоиздат, 1981—224 с.

## Зависимость КПД брутто котельного агрегата от состава угольной смеси

Сарпеков Азат Толкынович, магистрант;

Степанова Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент;

Ермоленко Михаил Вячеславович, кандидат технических наук;

Исайнов Бауыржан Қонысұлы, студент

Государственный университет имени Шакарима города Семей

*В статье рассматривается возможность использования топливной угольной смеси для сжигания в котельном агрегате. Рассмотрен состав угольной смеси и ее составляющих. Представлены методы расчета. Показана зависимость КПД котельного агрегата от состава угольной смеси.*

**Ключевые слова:** топливо, уголь, угольная смесь, горючий состав, КПД брутто

**П**роблемы теплоэнергетики на сегодняшний день стоят на одном из первых мест во всем мире по значимости и сложности решения. Комбинированную выработку тепла и электроэнергии осуществляют на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) [1].

Наиболее часто используемым топливом на ТЭС является уголь. А в Республике Казахстан угольная промышленность является одной из важнейших ресурсных отраслей. В Казахстане представлены все основные сегменты угольной промышленности, однако особенно развиты добыча и использование энергетического угля [2, 3].

При рассмотрении перспектив использования угля одним из основных вопросов является его эффективное сжигание, а это в первую очередь выполнение двух требований:

- сжигание должно быть полным (экономичным);
- сжигание не должно приводить к высоким выбросам вредных веществ (в первую очередь оксидов серы и азота).

Одним из способов сжигания угля является сжигание в пылевидном состоянии. В совершенствовании данного

направления проводится большое количество исследований. Рассматривается возможность совместного сжигания различных углей. При составлении смеси углей надо соблюдать ряд правил и требований для проведения экономически и экологически целесообразного процесса [4].

Изучение возможности сжигания угольных смесей актуально для Казахстана, так как было отмечено, что рынок углей широк. Цены на топливо различны и возможно правильная комбинация угольных смесей даст возможность получить экономически эффективные и технологичные угольные смеси.

Целью исследования было установление зависимости КПД котельного агрегата от состава топлива (угольной смеси).

Объект исследования — процесс горения смеси углей Каражыринского марки Д и Макубенского марки БЗ в котле Е 35/3,9/440 КТ.

Предмет исследования — влияние массового состава угольной смеси на КПД котельного агрегата.

В таблице 1 представлены технические характеристики котельного агрегата Е 35/3,9/440 КТ.



Технические характеристики котельного агрегата Е 35/3,9/440 КТ

Показатели	Единица измерения	Значение
Паропроизводительность	т/ч	35
Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе	МПа	3,9
Температура пара на выходе (перегретый)	°С	440
Температура питательной воды	°С	145
Вид расчетного топлива	1 — каменный уголь; 2 — бурый уголь	
Горелка	пылеугольная	

Горючий состав Каражыринского и Майкубенского углей представлен на рисунке 1, влажность и зольность на рисунке 2, низшая теплота сгорания на рисунке 3.

Массовый процентный состав смеси двух углей (месторождений «Каражыра» и «Майкуба»)  $C_{см}^p$ ,  $H_{см}^p$ ,  $S_{см}^p$ ,  $O_{см}^p$ ,  $N_{см}^p$ ,  $A_{см}^p$ ,  $W_{см}^p$  определяли по формуле:

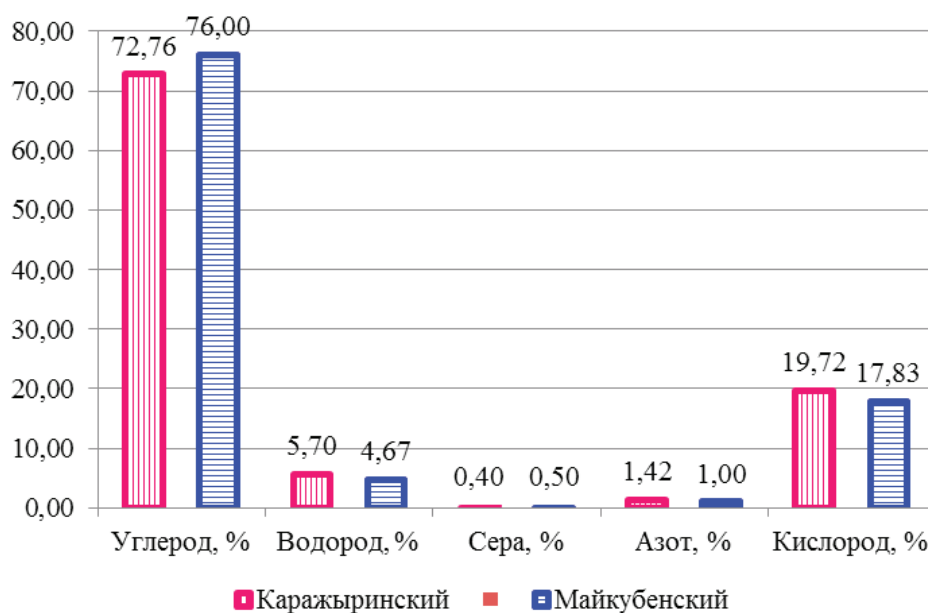


Рис. 1. Горючий состав Каражыринского угля и Майкубенского угля

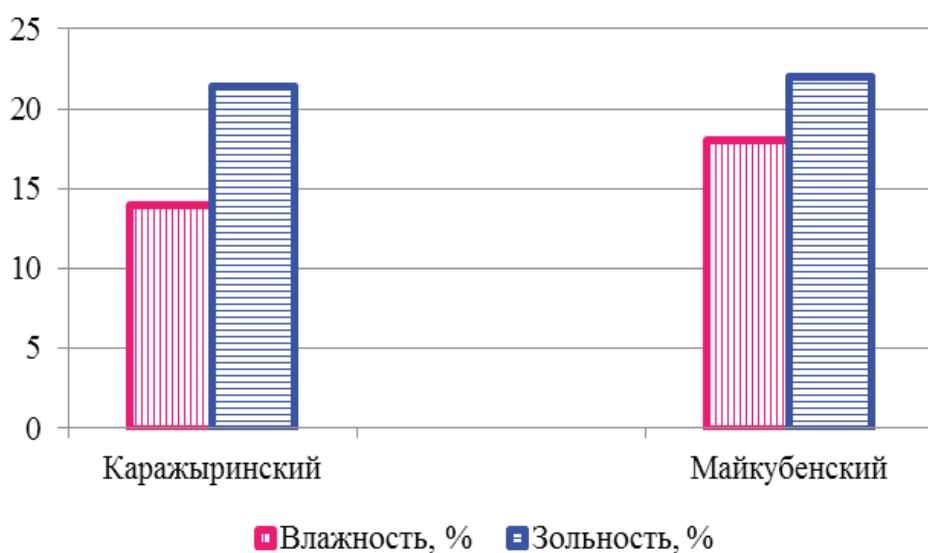


Рис. 2. Влажность и зольность Каражыринского угля и Майкубенского угля по рабочему составу

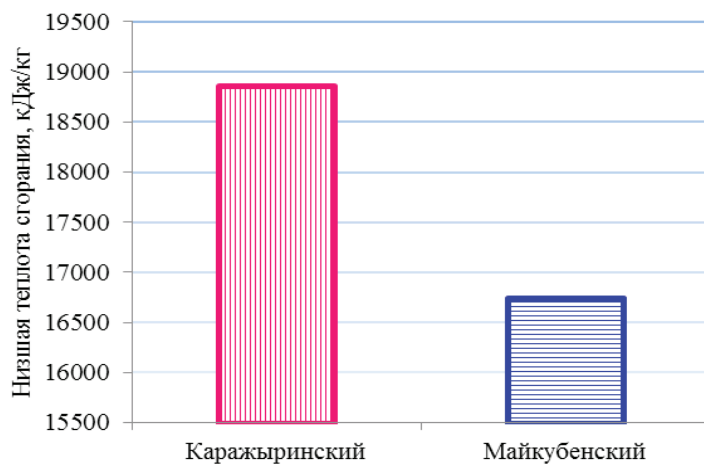


Рис. 3. Низшая теплота сгорания Каражыринского угля и Майкубенского угля

$$\begin{aligned}
 C_{см}^p &= m_1 C_1^p + (1 - m_1) C_2^p; \\
 H_{см}^p &= m_1 H_1^p + (1 - m_1) H_2^p; \\
 S_{см}^p &= m_1 S_1^p + (1 - m_1) S_2^p; \\
 O_{см}^p &= m_1 O_1^p + (1 - m_1) O_2^p; \\
 N_{см}^p &= m_1 N_1^p + (1 - m_1) N_2^p; \\
 A_{см}^p &= m_1 A_1^p + (1 - m_1) A_2^p; \\
 W_{см}^p &= m_1 W_1^p + (1 - m_1) W_2^p,
 \end{aligned}$$

где  $C_1^p, H_1^p, S_1^p, O_1^p, N_1^p, A_1^p, W_1^p$  — рабочий состав угля месторождения «Каражыра», %;

$C_2^p, H_2^p, S_2^p, O_2^p, N_2^p, A_2^p, W_2^p$  — рабочий состав угля месторождения «Майкуба», %;

$m_1$  — массовая доля угля месторождения «Каражыра».

Низшую теплоту сгорания топливной смеси,  $Q_{н.см}^p$ , кДж/кг, определили по формуле:

$$Q_{н.см}^p = m_1 Q_{н1}^p + (1 - m_1) Q_{н2}^p. \quad (2)$$

Тепловой расчет котельного агрегата проводили согласно [5].

Коэффициент полезного действия  $\eta_{ка}^{бр}$ , %, определили методом обратного баланса по формуле (3):

$$\eta_{ка}^{бр} = 100 - \sum q_{ном}, \quad (3)$$

где  $\sum q_{ном}$  — сумма потерь котельного агрегата, %.

Результаты исследований были обработаны на ПЭВМ с помощью Excel.

Исследования проводились для топливной угольной смеси из углей Каражыринского (компонент 1) и Майкубенского месторождений (компонент 2). Были изучены составы смеси при различных соотношениях массовых долей компонента 1 и компонента 2 соответственно, %:

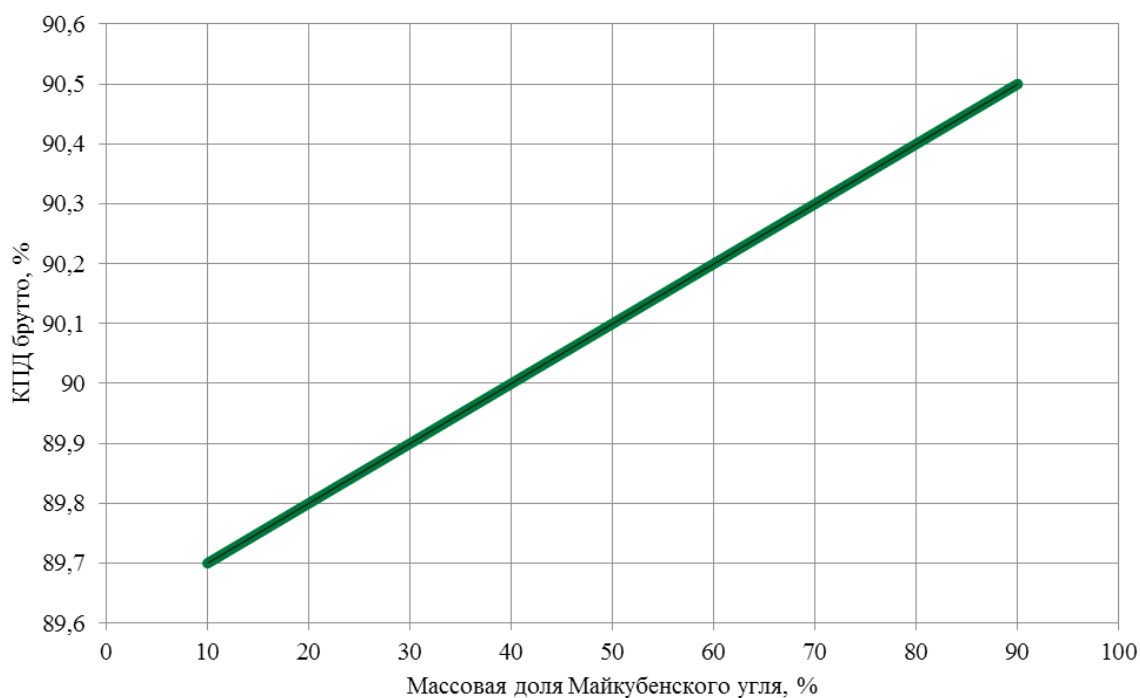


Рис. 4. Зависимость КПД брутто от состава угольной смеси

90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60; 30:70; 20:80; 10:90.

КПД брутто при сжигании Майкубенского угля равен 87 %, а при сжигании Каражыринского — 90,1 %. Зависимость КПД брутто при сжигании угольной смеси в зависимости от массового состава показана на рисунке 4. Аналитически зависимость КПД брутто  $\eta_{ка}^{бр}$ , %, от массового состава смеси описывается уравнением 4:

$$\eta_{ка}^{бр} = 0,01m_2 + 89,6. \quad (4)$$

Увеличение КПД брутто при сжигании угольной смеси при увеличении массовой доли компонента 2 объясняется снижением потерь с уходящими газами, которые являются одними из главных составляющих теплового баланса.

### Литература:

1. Балбекова Б. К., Рахисева Ж. А., Акимов А. Г., Шмидт К. М., Ахметова Д. Р., Насенов Т. Е. Мониторинг промышленной безопасности предприятий теплоэнергетики (теплоэлектроцентрали) // Вестник КазНТУ. — 2015. — № 3. — С. 44–49.
2. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года. Утверждено постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724.
3. Общие правила сжигания топлива (угля) в твердотопливных котлах // SETS URL: <https://sets.com.ua/obshhie-pravila-szhiganiya-topliva-v-tverdotoplivnyx-kotlax/>.
4. Совместное сжигание бурого и каменного угля с биомассой // ЛесПромИнформ (журнал) URL: <http://lesprominform.ru/jarchive/journals/itemshow/79>.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова и др., М., «Энергия», 1973. — 296 с.

## Создание влажностного режима в плодоовощехранилищах на основе водяного аккумулятора солнечной энергии

Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук;

Рахматов Махмуд Исматович, кандидат технических наук, доцент;

Алиярова Лола Абдужаббаровна, соискатель

Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

*В статье приведена принципиальная схема системы увлажнения приточного вентиляционного воздуха на основе водяного аккумулятора солнечной энергии и обоснованы основные преимущества предложенной системы для создания требуемого влажностного режима в плодоовощехранилищах.*

**Ключевые слова:** *плодоовощная продукция, холодильная камера, увлажнение воздуха, солнечная энергия, солнечный коллектор, водяной аккумулятор солнечной энергии*

**В** технологии хранения плодоовощных продуктов (ПОП) увлажнение воздуха является важным технологическим процессом для создания и поддержания оптимального влажностного режима в плодоовощехранилищах. Это достигается путем применения различных методов и технических средств увлажнения воздуха. В практике применяются увлажнения воздуха водой и паром. Проведенные исследования вскрывают серьезные недостатки увлажнения воздуха паром. При подачи пара в воздух происходит выпадения конденсата на рабочей поверхности охлаждающих приборов и образуется слой инея, что требует дополнительные затраты энергии на процесса оттаивания инея. Паровой способ увлажнения воздуха является сравнительно энергоемким процессом, проникновение пара в камеру создает дополнительный теплоприток, который создает нагрузку на систему охлаждения. Для компенсации 1 кДж теплопритоков в холодильную камеру приходится подавать влагу в парообразном состоянии в 3–4 раза больше,

чем в капельножидком состоянии, т.е. по общей эффективности паровые увлажнители значительно уступают водяным. Особенно неконкурентоспособны они в энергетическом отношении, так как при их применении заметно возрастает общий расход холода [1,2].

Опыты эксплуатации систем увлажнения воздуха в плодоовощехранилищах показывают, что при водяном способе увлажнения воздуха подаваемую воду необходимо подогревать до температуры 35–40 °С. Подогретая теплая вода при разбрызгивании форсунками полностью, без остатка, поглощается воздухом. Увлажнение воздуха холодной водой требует большой расход воды. Для подогрева воды в существующих системах увлажнения воздуха применяются электронагреватели, которой влияет на общей энергоемкости хранилище. Поэтому на основе анализа работ и энергоемкости существующих систем увлажнения плодоовощехранилищ, нами предложена система увлажнения воздуха на основе применения низкочастотных солнечных установок [2,3]. Целью ин-

новационного исследования является снижение энергоемкости процесса хранения ПОП, путем разработки систем увлажнения приточного вентиляционного воздуха на основе аккумулятора солнечной энергии.

Система увлажнения воздуха на основе водяного аккумулятора солнечной энергии предназначена для получения влажного воздуха относительной влажностью не ниже 80% и поддержания требуемой влажностного режима в плодоовощных камерах (Рис. 1). Основным элементом предложенной системы является водяной аккумулятор солнечной энергии (ВАСЭ) — солнечной коллектор (СК). Солнечный коллектор, как основной отличительной частью системы предназначен для приготовления горячей воды посредством преобразования солнечного излучения в тепловую энергию. В существующих системах увлажнения воздуха в качестве нагревателя применяются трубчатые электронагреватели (ТЭН). Технические характеристики СК приведены в табл. 1.

Предложенная система увлажнения приточного вентиляционного воздуха работает следующим образом. Холодная вода с начальной температурой 16–20°C от бака (1) и через регулирующей клапан (2) поступает ВАСЭ (3), где нагревается до температуры не ниже 40°C. Подогретая вода с помощью водяного насоса (5) направляется в блок увлажнения (6) приточного воздуха и форсунками разбрызгивается к приточному вентиляционному воздуху. Блок увлажнения расположена в самом приточном вентиляционном канале, поэтому не

поглощенная часть воды не поступает в камеру, а удаляется в наружу и собирается в специальном поддоне (13) в целях повторного использования. Увлажненная вода с помощью вентилятора (8) нагнетается в камеру для создания требуемого влажностного режима.

Основным преимуществом данной разработки по сравнению аналогов, является низкая энергоемкость увлажнения воздуха за счет применения солнечного подогрева с использованием ВАСЭ. Вторым преимуществом является, что увлажнение воздуха осуществлено в приточном канале вентиляции, т.е. вне камеры. Это устраняет процесса выпадения влаги на поверхности и в слой продуктов, которой выпадения влаги усиливает порчи продуктов. Третьим положительным отличием предложенной системы является, что не поглощенная вода удаляется в наружу камеры и имеется возможность повторного использования воды в системе увлажнения. Таким образом, предложенная система увлажнения воздуха плодоовощехранилищ на основе применения водяного аккумулятора солнечной энергии обеспечить требуемый влажностной режим хранения ПОП в плодоовощных камерах хранилищ и существенную экономии традиционной энергии и водных ресурсов.

Для создания системы увлажнения воздуха хранилищ на основе ВАСЭ требуются общедоступные материалы и оборудования. Перечень необходимых оборудования и приборов приведены в табл. 2.

При активном вентилировании также требуется увлажнение приточного вентиляционного воздуха. Расход

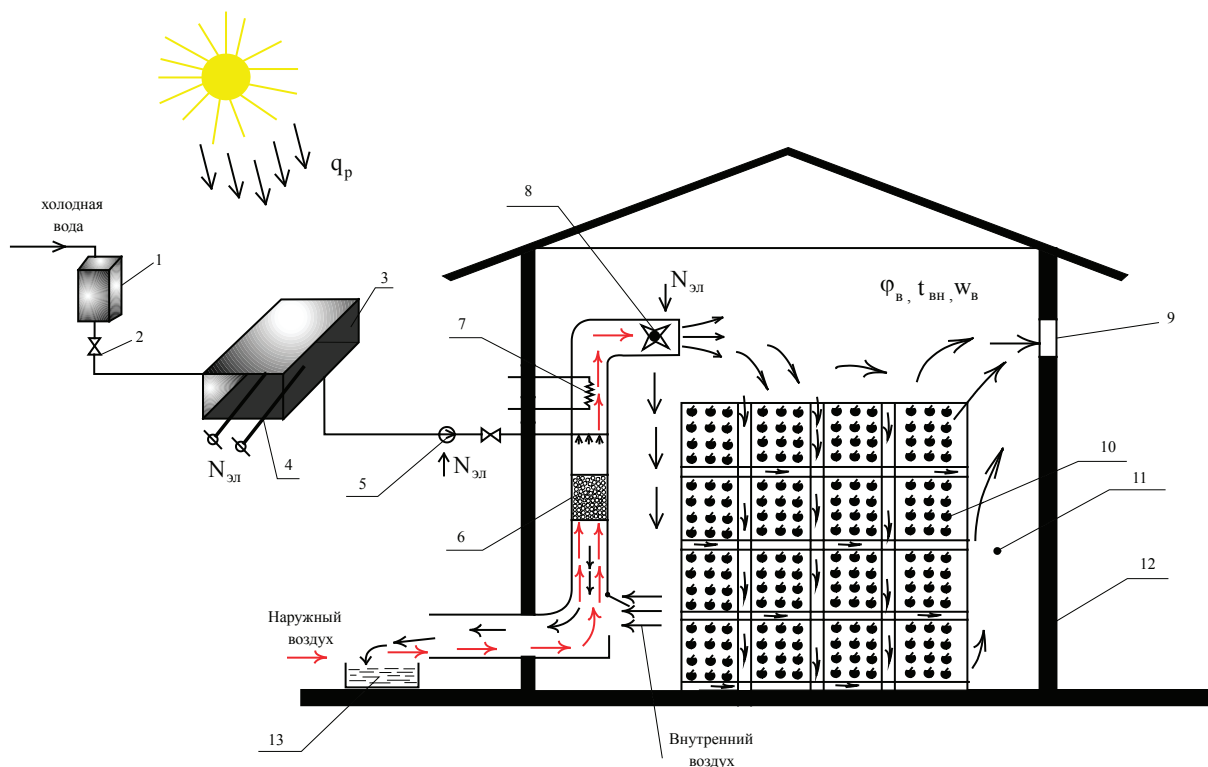


Рис. 1. Принципиальная схема системы увлажнения приточного вентиляционного воздуха на основе водяного аккумулятора солнечной энергии. 1 — бак для холодной воды; 2 — регулирующий клапан холодной воды; 3 — водяной аккумулятор солнечной энергии (солнечный коллектор); 4 — трубчатый электронагреватель (ТЭН, дублер); 5 — водяной насос; 6 — блок увлажнения воздуха; 7 — испаритель ТН; 8 — вентилятор; 9 — вытяжная форточка; 10 — штабель ПОП; 11 — камера хранения ПОП; 12 — стена камеры; 13 — поддон для воды

Технические характеристики солнечного коллектора

Корпус	Поликарбонатные панели
Гидравлический тракт	Трубы стальные
Теплоприемный элемент	стальной лист, окрашенный высоко-температурной черной краской
Площадь облучаемой поверхности одного гелиоколлектора	1,5 м <sup>2</sup>
Коэффициент поглощения солнечных лучей	K=0,95
Светопрозрачное покрытие	1-й вариант: поликарбонатная панель (2-й вариант: стекло)
Коэффициент пропускания солнечных лучей прозрачного покрытия	0,85
Теплопроводность прозрачного покрытия	0,2–0,4 Вт/м.к
Рабочая температура	40±80 °С
Мощность коллектора, средняя для теплового полугодия	0,2÷1,4 кВт/м <sup>2</sup> 0,5 кВт/м <sup>2</sup>
Максимальная температура теплоприемника в отсутствии теплоносителя	До 100 °С
Теплоноситель	вода
Максимальное давление воды	1 атм.
Начальная температура воды	16–24 °С
Коэффициент полезного действия гелиоколлектора	50–70%
Срок службы	10 лет
Гарантия	2 года

Таблица 2

Спецификация и перечень оборудования ВАСЭ

Наименование	Количество
Бак холодной воды	1
Водяной солнечный коллектор	1
Трубчатый электронагреватель ТЭН	1
Водяной насос	1
Увлажнитель воздуха с форсунками	комплект
Приборы измерения температуры и влажности	комплект
Трубопроводы и запорная арматура	комплект

воды на увлажнение  $W'$  (кг/ч) определяется по формуле [1]:

$$W' = G(d_n - d_o) \quad (1)$$

где  $G$  — требуемый расход воздуха, кг/ч;  $d_n$  — влагосодержание воздуха после поглощения избытков тепла, г/кг;  $d_o$  — влагосодержание воздуха после увлажнения, г/кг.

Результаты расчетно-экспериментальных исследований показывают, что при активном вентилиро-

вание плодоовощной камеры вместимостью 24 т яблок и удельном расходе воздуха —  $G=70-100$  м<sup>3</sup>/(т·ч), расходы воды на увлажнение воздуха в условиях г. Карши составляет  $W'=6,8-7,0$  кг/ч. По результатам исследований и расчетов можно сделать вывод, что предложенная система увлажнения приточного вентиляционного воздуха позволяет обеспечить создания требуемого влажностного режима плодоовощной камеры.

### Литература:

1. Волкинд И. Л. Технология хранения картофеля, овощей и плодов. М.: Агропромиздат, 1989.
2. Узаков Г. Н., Алиярова Л. А., Узакова Ю. Г. Снижение энергоёмкости систем увлажнения вентиляционного воздуха в плодоовощехранилищах с применением возобновляемых источников энергии. // Молодой ученый. № 14 (94). 2015. — С. 200–203.
3. Узаков Г. Н. Способы повышения энергоэффективности систем теплоснабжения плодоовощехранилищ с использованием нетрадиционных источников энергии. Ташкент.: Автореферат на соис. док. тех. наук. 2016. — 87 с.



# МЕТАЛЛУРГИЯ

## Коррозионное поведение сплава ЛС59–1 в растворе карбоната натрия

Харина Галина Валерьяновна, кандидат химических наук, доцент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Алешина Людмила Викторовна, кандидат химических наук, доцент

Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург)

Ведерников Алексей Сергеевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

*Работа посвящена изучению кинетики и механизма коррозионного поведения латуни марки ЛС59–1 в растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  разной концентрации. Актуальность исследования вызвана необходимостью повышения коррозионной стойкости сплава в реальных условиях. Показано защитное действие цистеина по отношению к сплаву ЛС59–1 в щелочной среде. Приведены результаты инверсионно-вольтамперометрического анализа продуктов коррозии сплава в индивидуальных растворах карбоната натрия и в присутствии цистеина. Особое внимание уделяется рассмотрению селективного механизма коррозионного поведения сплава.*

**Ключевые слова:** латунь, цистеин, селективное растворение, скорость коррозии, коррозионная стойкость, продукты коррозии

Литейный сплав ЛС59–1 представляет собой многокомпонентную систему, содержащую кроме меди (57–60 мас.%) и цинка (37,05–42,2 мас.%) свинец (0,8–1,9 мас.%). Введение свинца в медно-цинковый сплав способствует улучшению некоторых физических и химических свойств последнего. Известно [1], что свинцовые латуни относятся к числу довольно хороших конструкционных материалов в связи с присущими им такими свойствами, как низкая ударная вязкость, пластичность, высокая твердость и стойкость к истиранию, низкая прочность на изгиб, хорошая обработка резанием и др. Установлено [2], что латунь ЛС59–1 обладает достаточно высокой коррозионной стойкостью в различных средах: морская и пресная вода, атмосфера сухих газов-окислителей, органические растворители. Вместе с тем анализ литературных данных показал, что влияние щелочной среды на характер коррозионного разрушения латуни изучен недостаточно полно. В этой связи цель настоящей работы заключалась в изучении кинетики и механизма коррозии сплава ЛС59–1 в растворе карбоната натрия и определение ингибирующего эффекта цистеина в указанном растворе.

Реактивы, материалы, оборудование. Образцы латуни ЛС59–1 были получены литьем под давлением в индукционной тигельной печи с графитовой футеровкой. После тщательной шлифовки и полировки об-

разцы сплава были взвешены на аналитических весах СУ-124С и погружены в растворы объемом 100 см<sup>3</sup> следующего состава: 1)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5 мас.%, 2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 мас.%, 3) 5%-ный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , содержащий 0,2 мас.% цистеина.

По рассчитанным значениям массового показателя

коррозии  $K$  ( $K = \frac{\Delta m}{\tau \times S}$ , г/см<sup>2</sup>·ч), были построены кинетические зависимости коррозионного процесса  $K = f(t)$ .

Для анализа продуктов коррозии сплава ЛС59–1 был выбран инверсионно-вольтамперометрический метод, основанный на предварительном концентрировании ионов металла из раствора с последующей регистрацией тока анодного растворения на анализаторе ИВА-5 (по ТУ 4215–001–05828695–95). При этом величина тока растворения находится в прямо пропорциональной зависимости от содержания ионов металла в анализируемом растворе. При работе на анализаторе ИВА-5 процедуры обработки вольтамперограмм и вычисления результатов анализа предусмотрены программным обеспечением и проводятся автоматически.

Результаты и обсуждение. Сплав ЛС59–1 содержит, как было сказано выше, от 37,05 до 42,2 мас.% цинка, что соответствует образованию в системе двух фаз:  $\alpha$ -фазы — твердого раствора замещения цинка в меди,

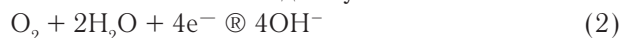
и  $\beta$ -фазы — твердого раствора на основе электронного соединения Cu-Zn [3, с. 303]. Присутствие в системе такого электроотрицательного элемента, как цинк ( $E_{\text{Zn}(2+)/\text{Zn}(0)}^0 = -0,76\text{В}$ ), обуславливает его избирательное растворение в агрессивной среде:



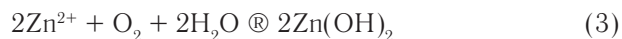
При этом медь, как электроположительный компонент сплава, накапливается на поверхности, образуя стабильную, обогащенную этим элементом зону. Согласно [4, с. 34] одним из механизмов селективного растворения сплавов, обогащенных электроположительным компонентом, является нестационарная объемная диффузия обоих элементов в твердой фазе: электроотрицательного — из объема к поверхности сплава; электроположительного — от поверхности вглубь сплава. В связи с ионизацией активного компонента — цинка — в соответствии со схемой (1) поверхностный слой представляет собой мелкопо-

ристую фазу, обогащенную труднорастворимым компонентом — медью.

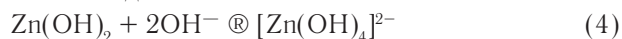
Поскольку раствор карбоната натрия вследствие гидролиза приобретает щелочную среду, функцию деполаризатора в коррозионном процессе выполняет растворенный в такой среде кислород, который будет восстанавливаться на катодных участках сплава:



Продуктом избирательной коррозии будет гидроксид цинка:



В сильно щелочной среде образующийся  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  вследствие амфотерного характера переходит в комплексное соединение:



Кинетические зависимости коррозионного процесса сплава ЛС59–1 в растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  представлены на рис. 1.

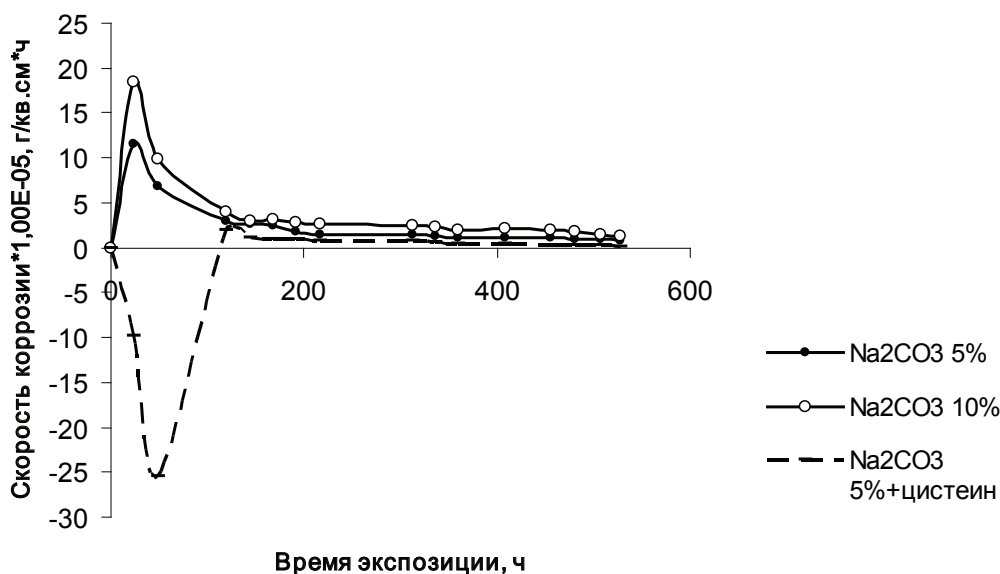


Рис. 1. Скорость коррозии сплава ЛС59–1 в растворах  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (5, 10 мас.%) и в 5%-ном растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в присутствии цистеина (0,2 мас.%)

Как видно из рис. 1, скорость коррозии латуни в начальный период времени резко возрастает, что обусловлено преимущественно ионизацией электроактивного компонента; после 120 часов выдержки образцов коррозионный процесс замедляется, и скорость коррозии приобретает постоянные значения. Авторами [5, с. 258] установлено, что в начальный период в поверхностном слое сплава благодаря высокой скорости селективного растворения цинка возникает значительный избыток вакансий по сравнению с объемом сплава. Однако со временем этот избыток уменьшается вследствие диффузии вакансий вглубь сплава, а поверхностных атомов меди — к поверхности сплава.

Молекулярный кислород — довольно сильный окислитель, способный ионизировать некоторый электроположительные металлы, в частности, медь ( $E_{\text{O}_2/2\text{H}_2\text{O}}^0 = +1,23 > E_{\text{Cu}(2+)/\text{Cu}(0)}^0 = +0,34\text{В}$ ):

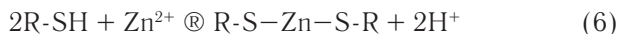


Кроме того, переход в раствор меди возможен также и в результате равномерной коррозии сплава, следующей за селективным выщелачиванием более активного компонента при наличии обогащенной электроположительным компонентом зоны на поверхности сплава. В этом случае имеет место процесс послыного стравливания сплава, лимитирующей стадией которого является скорость выхода атомов электроотрицательного компонента на поверхность сплава [4, с. 38]

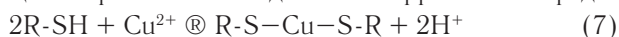
Из рис. 1 также видно, что с увеличением концентрации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  скорость коррозии латуни в области активного растворения возрастает, однако в области пассивации значения массового показателя коррозии не зависят от концентрации  $\text{OH}^-$ -ионов в коррозионной среде.

С целью повышения коррозионной стойкости сплава ЛС59–1 нами было исследовано ингибирующего действие цистеина, относящегося к группе серосодер-

жащих аминокислот и образующего по аналогии с сульфидами с ионами тяжелых металлов труднорастворимые соединения — цистeinаты:



Введение в раствор карбоната натрия цистeина (0,2 мас. %) способствует понижению скорости коррозии как в области активного растворения, более того значения массового показателя коррозии приобретают отрицательные значения. Последнее обусловлено, как было сказано выше, образованием цистeinатов цинка и меди, выполняющих функцию экранирования поверхности образца от агрессивного воздействия коррозионной среды:



Для определения содержания ионов цинка и меди в продуктах коррозии был использован инверсионно-вольтамперометрический метод. Массовую концентрацию меди и цинка в растворе определяли методом добавки аттестованного раствора соответствующего металла.

Параметры определения цинка: потенциал предварительного концентрирования  $-1,4$  В; время накопления 60 с. Аналитический сигнал, соответствующий току электро растворения на анодной вольтамперограмме, регистрировали при потенциале  $(-1,0) \pm (0,1)$  В. Параметры определения меди: потенциал предварительного концентрирования  $-0,8$  В; время накопления 180 с; аналитический сигнал регистрировали при  $-0,2 \pm (0,1)$  В [6, с. 40].

На рис. 2 представлены дифференциальные анодные инверсионные вольтамперограммы (АИВА) цинка. Как видно из рис. 2, на АИВА введение аликвоты пробы в раствор фонового электролита (кривая 1) приводит к росту аналитического сигнала при потенциале  $-1,03$  В (кривая 2). В присутствии добавки стандартного раствора ионов цинка отмечается дальнейший прирост

АС (кривая 3), что свидетельствует о наличии в растворе ионов цинка.

Оценка степени селективности коррозионного разрушения сплава была проведена по коэффициенту селективного растворения [4, с. 28]:

$$Z_i = \frac{\left( \frac{C_i}{C_j} \right)_{\text{раствор}}}{\left( \frac{C_i}{C_j} \right)_{\text{сплав}}} \quad (8)$$

$C_i$  — концентрация  $i$ -компонента;  $C_j$  — концентрация  $j$ -компонента.

Результаты инверсионно-вольтамперометрического анализа продуктов коррозии латуни, а также коэффициенты селективного растворения сплава приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что значения коэффициента селективности цинка для всех использованных коррозионных сред многократно превышает таковой для меди, что свидетельствует о преимущественном растворении цинка. Несколько большее значение коэффициента селективности цинка найдено для сплава в 10%-ном растворе  $Na_2CO_3$ , что обусловлено более активным его выщелачиванием из сплава.

Таким образом, литейный сплав ЛС59–1 в растворе карбоната натрия корродирует по селективному механизму с преимущественным выщелачиванием цинка, как более электроотрицательного металла. Обнаружено, что цистeин обладает достаточно высоким ингибирующим эффектом по отношению к латуни ЛС59–1 в щелочной среде за счет экранирования поверхности сплава образующимися труднорастворимыми цистeinатами цинка и меди. Результаты кинетических исследований коррозионных процессов латуни ЛС59–1 хорошо согласуются с полученными данными инверсионно-вольтамперометрического анализа.

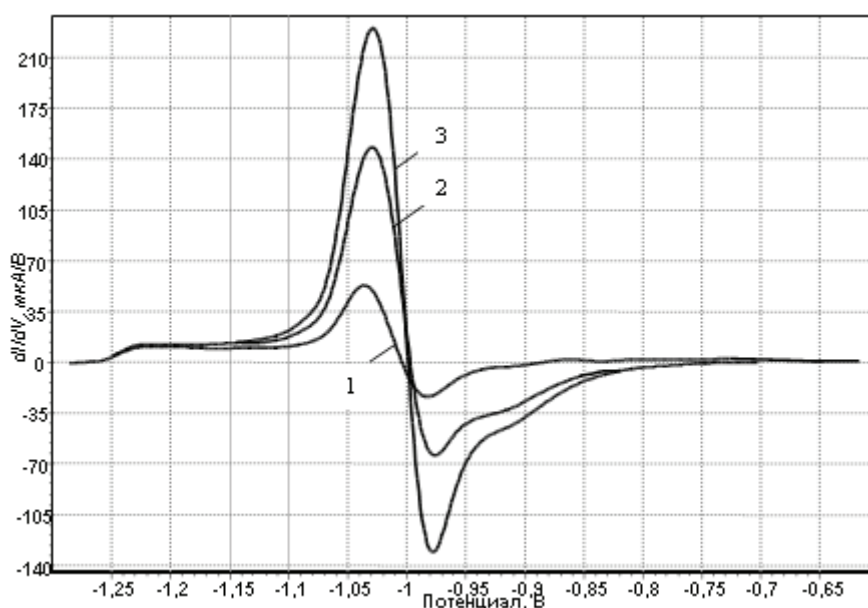


Рис. 2. АИВА цинка: 1 — фон объемом 9,0 мл: 0,1 моль/дм<sup>3</sup>  $CH_3COONa$  + 0,35 моль/дм<sup>3</sup>  $NaCl$ ; 2 — исследуемая проба объемом 1,0 мл (продукты коррозии сплава ЛС59–1 в 5%-ном растворе  $Na_2CO_3$ ); 3 — стандартная добавка ионов цинка 50 мкг/л.р

Таблица 1

Содержание цинка и меди в продуктах коррозии сплава ЛС59–1 и коэффициенты селективного растворения компонентов сплава

Коррозионная среда	Содержание, мг/л		Отношение содержания компонентов в сплаве		Коэффициент селективности растворения цинка	Коэффициент селективности растворения меди
	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn/Cu	Cu/Zn	$Z_{Zn}$	$Z_{Cu}$
5%-ный раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10,28	3,69	0,69	1,44	4,01	0,25
10%-ный раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	17,81	5,36			4,78	0,21
5%-ный раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + цистеин 0,2мас.%	6,15	2,12			4,17	0,24

### Литература:

1. Латунь ЛС59–1. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cu-prum.ru/latun/l559-1.html>. (Дата обращения 24.02.2017).
2. Латунь — обработка, свойства, коррозия. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ls59.ru/publ/1-1-0-3>. (Дата обращения 24.02.2017).
3. Власов В. С. Металловедение. Учебное пособие. М.: Альфа-М. Инфра-М. 2015. 332 с.
4. Маршаков И. К., Введенский А. В., Кондрашин В. Ю., Боков Г. А. Анодное растворение и селективная коррозия сплавов. В.: Воронежский университет, 1988. 208 с.
5. Ситников А. Д., Пчельников А. П., Маршаков И. К., Лосев В. В. Закономерности обесцинкования  $\alpha$  латуней при анодной поляризации в хлоридных растворах. Защита металлов, 1978. № 14. С. 258–262.
6. Бельшева Г. М., Малахова Н. А., Алешина Л. В., Стенина Л. Э. Инверсионный вольтамперометрический анализатор «ИВА-ЗАК». Аналитика и контроль. 1996. № 3–4. С. 40–45.

# МАШИНОСТРОЕНИЕ

## Технологическое приспособление для поверхностного пластического деформирования деталей машин алмазным выглаживанием

Бафаев Дустмурод Холмуродович, старший преподаватель;  
Зарипов Голиб Баходирович, ассистент  
(Бухарский инженерно-технологический институт, Узбекистан)

*В данной статье приведены материалы о методах алмазного выглаживания поверхностного слоя деталей машин и применение двухалмазного копирного приспособления при обработке деталей.*

**Ключевые слова:** *поверхностно пластическое деформирование, алмазное выглаживание, сила выглаживания, оптимальный режим выглаживания, приспособления*

Качество поверхностного слоя деталей машин характеризуется геометрическими и физико-механическими параметрами. Сопротивление усталости, износостойкость, коррозионная стойкость, сопротивление контактной усталости и другие эксплуатационные свойства деталей машин зависят от качества поверхностного слоя. В связи с интенсификацией эксплуатационных процессов, увеличением скоростей перемещения рабочих органов, повышением температур и давлений роль качества поверхностного слоя значительно возрастает.

Оптимальная поверхность должна быть достаточно твердой, должна иметь сжимающие остаточные напряжения, мелкодисперсную структуру, сглаженную форму микронеровностей с большой площадью опорной поверхности. Оптимальное качество поверхностного слоя достигается поверхностным пластическим деформированием, при котором стружка не образуется, а происходит тонкое пластическое деформирование поверхностного слоя. В результате упрочняется поверхностный слой, повышается износостойкость, стойкость к коррозионным воздействиям и т.д.

Поверхностным пластическим деформированием можно обрабатывать наиболее тяжело нагруженные детали машин и механизмов, от работоспособности которых зависят надежность и долговечность изделий в целом. В зависимости от размеров, конфигурации, материала детали, назначения обработки, серийности производства и других факторов в каждом конкретном случае выбирают наиболее оптимальный метод поверхностно пластического деформирования.

Во многих случаях целесообразно применять накатывание, алмазное выглаживание, виброударную обработку и обработку дробью. Эти методы универсальны, они дополняют друг друга и в комплексе обеспечивают упрочнение самых разнообразных деталей.

Цилиндрические, конические и другие наружные и внутренние поверхности правильной геометрической формы твердостью  $HRC > 50$  эффективно обрабатывать методом алмазного выглаживания. Алмазное выглаживание обладает большей универсальностью и позволяет обрабатывать маложесткие и неравножесткие детали, так как давление при алмазном выглаживании составляет 100–200 Н.

Наружные и внутренние сферические детали, профильные типа кулачков, фасонные детали, а также поверхности галтелей и радиусных переходов, поверхности резьб, поверхности шлиц и канавок, поверхности зубьев зубчатых колес относятся к сложным поверхностям групп деталей, обрабатываемых алмазным выглаживанием.

Для осуществления алмазного выглаживания сложных поверхностей по сравнению с обработкой простых поверхностей необходимо дополнительно решить ряд технологических и конструкторских задач, связанных с созданием деформирующего инструмента специального профиля, с необходимостью огибать обрабатываемую поверхность по криволинейной образующей и ориентировать инструмент определенным образом, с необходимостью изменять во время обработки диаметр и некоторые другие размеры устройств для алмазного выглаживания.

Алмазное выглаживание заключается в пластическом деформировании обрабатываемой поверхности скользящим по ней инструментом — выглаживателем. Инструмент раздвигает металл, образуя канавку на поверхности. При этом создаются тир вида очагов деформирования в зависимости от соотношения глубин внедрения инструмента и исходных параметров шероховатости (рис. 1, а).

Контур контакта передней полусферы наконечника с деталью достаточно точно описывает дуга окружности



$AB_1$  (рис. 1, б), соответствующая углу  $\square$ , и парабола  $B_1C_1$ . Область контакта задней полусферы наконечника ограничивается дугой  $AB_2C_1$ , которая может быть аппроксимирована дугой эллипса.

Площадь контакта наконечника сферической формы с деталью равна сумме площадей полуэллипса  $AB_2C_1$ , сектора окружности и параболического полусегмента  $B_1C_1$  минус площадь треугольника  $OB_1D_1$ .

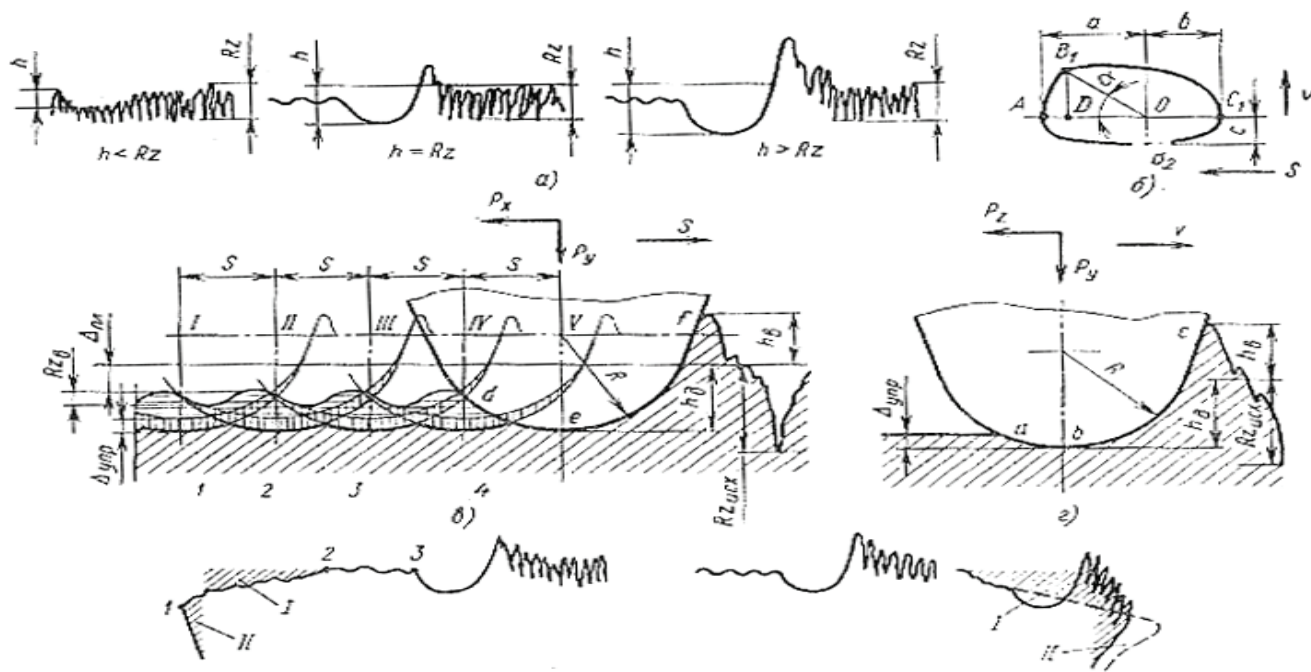


Рис. 1. Выглаживание: а — соотношения между глубиной канавки и высотой микронеровностей; б — очаг деформации; в — схема деформирования в направлении подачи; г — схема деформирования в направлении скорости.

После прохождения инструмента по поверхности происходит частичная компенсация деформации на величину  $\Delta_{упр}$  (рис. 1, в, г). Контакт инструмента с обрабатываемой поверхностью в сечении происходит в направлении подачи по дуге  $def$ ; в направлении скорости — по дуге  $abc$ . Вследствие того, что перед выглаживателем образуется валик пластически деформированного металла, передняя полуповерхность выглаживателя нагружена гораздо больше (контакт по дугам  $ef$  и  $bc$ ), чем задняя полуповерхность (контакт по дугам  $de$  и  $ab$ ). По этой же причине, а также вследствие адгезионного взаимодействия между деталью и инструментом в процессе выглаживания возникает осевая сила  $P_x$  и тангенциальная составляющая силы  $P_z$ .

После каждого оборота обрабатываемой детали канавка — след выглаживателя — перемещается в осевом направлении на расстояние, равное подаче  $S$ , происходит многократное перекрытие ее при последующих оборотах обрабатываемой детали, так как ширина канавки больше подачи.

В результате пластического деформирования обрабатываемой поверхности сглаживаются исходные неровности и образуется новый микрорельеф поверхности со значительно меньшей высотой неровностей профиля  $Rz_в$ . Размер детали уменьшается на величину остаточной деформации  $\Delta_{пл}$ .

Сила выглаживания, подача и радиус рабочей части инструмента являются основными параметрами, влияю-

щими на шероховатость. При оптимальных значениях силы выглаживания исходные неровности полностью сглаживаются и образуется шероховатость, обусловленная самим процессом выглаживания, связанным с подачей. Дальнейшее увеличение силы выглаживания увеличивает пластические искажения, высота неровностей возрастает по сравнению с наименьшей, поверхностные слои могут разрушиться и могут появиться трещины.

Оптимальные значения силы выглаживания  $P$  определяют по следующим формулам:

— для закаленных сталей

$$P = 0,013HV \left( \frac{DR}{D+R} \right)^2;$$

— для материалов невысокой и средней твердости

$$P = 0,008HV \left( \frac{DR}{D+R} \right)^2;$$

где  $HV$  — твердость обрабатываемой поверхности по Виккерсу;  $D$  — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;  $R$  — радиус рабочей части алмаза, мм.

Сила выглаживания, больше 200–250 Н для деталей из высокопрочных материалов и больше 100–150 Н для деталей из материалов средней твердости, как правило, нецелесообразна.

Основным критерием выбора радиуса сферы инструмента является твердость материала обрабатыва-

емой заготовки: для деталей из мягких сталей и цветных сплавов этот радиус должен составлять 2,5–3,5 мм, для деталей из материалов средней твердости — 1,5–2,5 мм, для деталей из высокопрочных сталей ( $HRC > 60$ ) — 1,0–1,5 мм.

Параметр шероховатости выглаженной поверхности зависит от исходного параметра шероховатости. Детали из закалённых сталей эффективно выглаживать при исходном параметре шероховатости не более  $Ra = 1,25$  мкм, при этом достигается стабильное уменьшение параметра шероховатости в 4–5 раз. Детали из незакалённых сталей, бронзы, алюминия и других аналогичных металлов можно эффективно выглаживать при исходном параметре шероховатости  $Ra \leq 2,0$  мкм.

Большая степень сглаживания достигается при выглаживании точных или шлифованных поверхностей с остроконечным профилем микронеровностей, меньшая — при выглаживании поверхностей, имеющих неровности притупленной формы, например, хонингованных, полированных, обкатанных роликом.

Важнейшие характеристики микрогеометрии поверхности — относительная опорная длина профиля, относительная опорная часть площади и радиус скругления микронеровностей после алмазного выглаживания — более благоприятные, чем после окончательных методов обработки.

Оптимальные режимы выглаживания для достижения максимального упрочнения несколько «жестче», чем для достижения минимального параметра шероховатости. Для максимального упрочнения следует на 15–40% увеличить силу выглаживания или на 10–30% уменьшить радиус инструмента, можно одновременно несколько «ужесточить» оба эти параметра. При выглаживании с оптимальными режимами обеспечивается степень упрочнения 25–30% при глубине упрочненного слоя до 0,4 мм и создаются сжимающие остаточные напряжения до 1,2 ГПа [1].

В зависимости от способа внедрения алмазного инструмента различают жёсткое и упругое выглаживание. При жёстком выглаживании инструмент закрепляют на станке подобно резцу, и он во время обработки внедряется в поверхность детали на заданную глубину, которая определяется расчётом и обычно составляет 3–7 мкм. Жёсткое выглаживание не получило широкого распространения вследствие малых допусков на биения и геометрическую форму детали, а также высоких требований к жёсткости системы СПИД.

Упругое выглаживание проще и удобнее для применения в производственных условиях.

Основное преимущество устройств с упругим элементом нагружения — постоянство заданной силы выглаживания независимо от погрешностей установки и точности геометрической формы обрабатываемой поверхности. В зависимости от системы нагружения приспособления для выглаживания могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими, магнитными, электромагнитными и комбинированными. Приспособления с механической системой нагружения

с помощью проволоочной или пластинчатой пружины получили наибольшее распространение.

Нагруженные и внутренние цилиндрические и торцовые поверхности деталей выглаживают с помощью универсальных и специальных устройств. Их можно разделить на несколько групп.

1. Державки с упругими элементами типа пластинчатых пружин, являющиеся частью корпуса или основного рычага.

2. Приспособления с силовыми элементами в виде винтовых проволоочных пружин.

3. Приспособления с силовыми элементами в виде постоянных магнитов и электромагнитов.

4. Двухалмазные приспособления для обработки деталей типа тонких штоков и приспособления, имеющие два инструмента или более для повышения производительности.

5. Специальные быстропереналаживаемые приспособления.

6. Приспособления с дополнительными демпфирующими устройствами; устройствами, компенсирующими биения деталей, и другими противовибрационными элементами.

7. Комбинированные приспособления для одновременного точения и выглаживания.

Помимо указанных устройств, используют устройства, обеспечивающие дополнительные воздействия инструмента на обрабатываемую поверхность в результате ультразвуковых колебаний, вращения или качания инструмента и т.д.

Эти приспособления обычно устанавливают в резцедержателе токарного станка или размещают на суппорте станка вместо резцедержателя. Технология выглаживания деталей с помощью этих приспособлений включает несколько типовых переходов: 1) установку и закрепление обрабатываемой детали с обеспечением биения поверхности не более допустимого; 2) подвод приспособления к обрабатываемой поверхности до соприкосновения с ней инструмента; 3) включение привода вращения детали; 4) создание натяга 0,1–0,5 мм, что даёт возможность силовому элементу начать работать, т.е. обеспечивает передачу заданной силы выглаживания на инструмент; натяг должен превышать биение детали не менее чем в 2,5 раза; 5) включение подачи станка и выполнение выглаживания; 6) отвод приспособления с инструментом; 7) остановку станка; закрепление и снятие детали. В процессе выглаживания на деталь в зону обработки обильно подают СОЖ. Приспособление следует оттарировать, отрегулировать, выставить и настроить на выглаживание определённой детали с заданной силой.

Упругие державки просты и компактны, однако обладают повышенной чувствительностью к биению обрабатываемой поверхности, вызывающему значительные колебания силу выглаживания и снижающему стабильность процесса. Весь диапазон изменения силы выглаживания (0–250 Н) соответствует перемещению в несколько миллиметров, поэтому точность установки и контроля силы небольшая.

Приспособления с силовыми элементами в виде винтовых проволочных пружин лишены указанных недостатков, поэтому их широко применяют в промышленности. Пружины в этих приспособлениях работают обычно на сжатие, т.е. их предварительно поджимают с заданной силой выглаживания при настройке приспособления и фиксируют в таком состоянии. При создании натяга 0,1–0,5 мм пружина дополнительно поджимается на эту же длину. При этом инструмент уже не упирается в корпус, а свободно плавает, опираясь на пружину, и полностью воспринимая силу предварительно поджатой пружины.

Двухалмазное копирное приспособление (рис. 2) выполняет обработку деталей, имеющих конусный или криволинейный профиль (диаметр может изменяться до 1,5 раз), с постоянной силой. Приспособление состоит из корпуса 1, имеющего вертикальные окна 2 для подвижных осей 3, несущих рычаги 4, на одних концах которых установлены деформирующие элементы 5, а другие концы связаны с силовой пружиной 6 через оси 7 и толкатели 8 и 9. На переднем конце штока 10 размещён взаимодействующий с обрабатываемой поверхностью 13 копирный ролик 12, а задний конец упирается в пружину 11, установленную в корпусе 1.

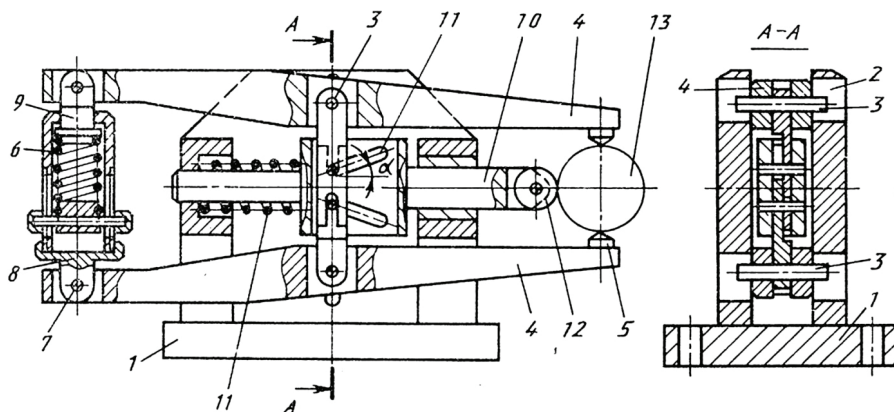


Рис. 2. Двухалмазное копирное устройство: 1 – корпус; 2 – вертикальные окна; 3 – подвижные оси; 4 – несущие рычаги; 5 – деформирующие элементы; 6 – силовые пружины; 7 – ось; 8,9 – толкатели; 10 – шток; 11 – пружина; 12 – копирный ролик; 13 – обрабатываемая поверхность

Устройства для алмазного выглаживания деталей предназначены для обработки либо цилиндрических, либо торцовых поверхностей. На перестановку устройств при переходе с одной обработки на другую необходимо затрачивать много времени. Как правило, время перестановки превышает время, необходимое непосредственно для обработки детали. Имеется большое

число деталей типа пробок, втулок, муфт, коленчатых и кулачковых валов, у которых необходимо с одного установка обрабатывать цилиндрические и торцовые поверхности, поверхности шеек и галтелей, обрабатывать поверхности с разными силами и т.д. Поэтому созданы быстродействующие и самонастраивающиеся приспособления [2].

### Литература:

1. Д. Х. Бафаев. Алмазное выглаживание поверхностного слоя деталей машин и выбор оптимального режима выглаживания. «Молодой ученый». Международный научный журнал. № 5(109)/2016, стр. 16.
2. Л. Г. Одинцов. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник., М.: Машиностроение, 1987, 328 с.

## Влияние режимов резания на показатели устойчивости режущей кромки

Уринов Насулло Файзуллаевич, кандидат технических наук, доцент;  
Саидова Мухаббат Хамраевна, старший преподаватель;  
Уринов Нодир Насуллаевич, ассистент;  
Тохиров Музаффар Зокиржон угли, студент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Основной особенностью режимов резания пластинчатыми ножами является переменная скорость их движения  $U_1$ , обусловленная возвратно — поступательным перемещением режущего инструмента, и постоянная ско-

рость подачи полуфабриката  $U_2$  (рис. 1). Такой технологический процесс резания можно представить состоящим из 2-х движений:

а) поступательного перемещения материала со скоростью подачи:

$$x = U_2 \times t; \quad (1)$$

б) обратно — поступательного движения ножа:

$$y = r (1 - \cos a); \quad (2)$$

где  $r$  — радиус кривошипа,  $a$  — текущий угол поворота кривошипа.

При этом полагаем, что отношение  $r$  к длине шатуна достаточно мало.

Сложение этих двух перемещений в неподвижной системе координат дает сложное результирующее движение по синусоиде с абсолютной скоростью:

$$U = \sqrt{\left(\frac{dx}{d\tau}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\tau}\right)^2} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = \sqrt{r^2 \omega^2 \sin^2 \omega \tau + U_2^2}; \quad (3)$$

где  $\omega$  — угловая скорость кривошипа,  $c^{-1}$ ;

Пренебрегая частью массы шатуна, силу инерции рабочего органа с пластинчатыми ножами можно определить по формуле:

$$P_u = -ma; \quad (4)$$

где  $m$  — масса возвратно-поступательно движущихся частей резальной машины или устройства;

$a$  — ускорение пластинчатого ножа.

Привод механизмов резания большинства конструкций машин с пластинчатыми ножами выполняется по схеме центрального кривошипно-шатунного механизма. В этом случае величина ускорения определяется по известной формуле:

$$a = \omega^2 r (\cos a + l \cos 2a); \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4) имеем:

$$P_u = -m\omega^2 r (\cos a + l \cos 2a); \quad (6)$$

Если обозначить  $(-m\omega^2 r)$  через  $C$ , то формула (6) может быть представлена в виде:

$$P_u = C(\cos a + l \cos 2a) = C \cos a + l C \cos 2a = P_{ul} + P_{ull}; \quad (7)$$

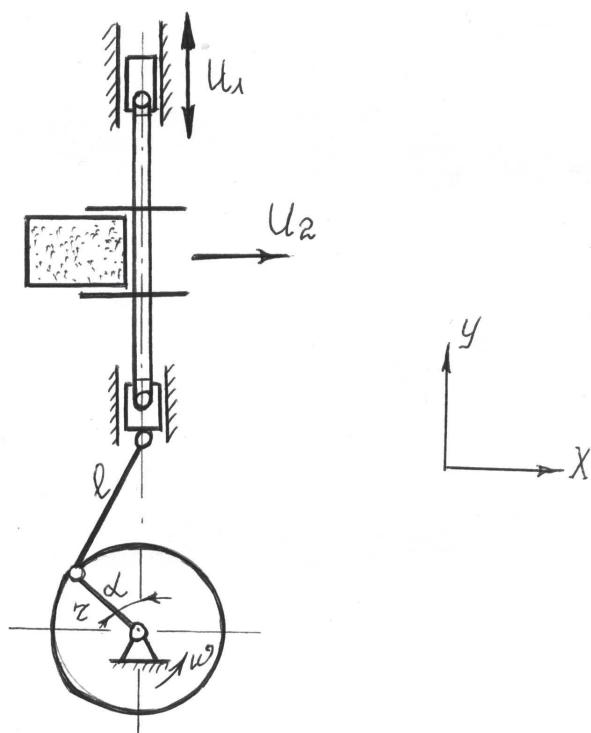


Рис. 1. Кинематическая схема резания пластинчатым ножом

Таким образом, сила инерции  $P_u$  режущего устройства с пластинчатыми ножами может быть представлена в виде суммы сил инерции первого и второго порядков, изменяющихся по гармоническому закону в зависимости от угла поворота  $a$  коленчатого вала и в первую очередь определяется скоростью вращения коленчатого вала, массой и величиной хода ножа. Силы инерции достигают максимума в крайних точках перемещения пластинчатых ножей причиной их интенсивных поперечных — изгибно-крутильных колебаний. В этот же момент достигает максимума и нормальная составляющая  $R_2$ , т.к.  $m = 0$  и  $R_2 = R$ .

Силы инерции непосредственно не влияют на пластинчатые ножи, т.е. не являются технологическими усилиями, а действуют на узлы их крепления и режущий орган машины в целом. При его недостаточной жесткости под действием сил инерции проявляются динамические деформации крепления, уменьшающие силы натяжения пластинчатых ножей и снижающие тем самым их жесткость. Наибольшие боковые отклонения режущей кромки возможны при наступлении условий резонанса, т.е. в том случае, когда частота собственных колебаний ножа  $\omega_n$  совпадает с частотой вынужденных колебаний  $\omega$  или частотой возврата — поступательного перемещения рабочего органа резальной машины:  $\omega_n = \omega$ .

Отсюда видно, что способность ножа сопротивляться действию боковых сил, оцениваемая величиной жесткости  $j$ , под которой понимаем отношение сосредоточенной боковой силы  $R_3$ , приложенной к режущей кромки ножа перпендикулярно полотну, к величине отклонения ножа в направлении действия силы, будет существенно отличаться в зависимости от применяемых режимов резания. Таким образом, следует выделять:

- начальную жесткость  $j_n$ , равную жесткости ножа, натянутого в ножевой раме;
- рабочую жесткость  $j_p$ , представляющую собой жесткость ножа в процессе резания.

Рабочая жесткость пластинчатого ножа меньше начальной ввиду действия усилий, зависящих от режимов резания. На основе экспериментальных данных [1,2,3,5] можно предположить, что эта зависимость имеет вид параболы:

$$j_p = j_n - AR^2; \quad (8)$$

Когда  $R=0$ ,  $j_p = j_n$ . Если  $R=P_{кр}$ , то нож теряет устойчивость упругого равновесия и его жесткость равна нулю, т.е. в этом случае  $j_p = 0$ . Тогда:

$$j_n - AP_{кр}^2 = 0; \quad A = \frac{j_n}{P_{кр}^2}; \quad (9)$$

Подставив значения  $A$  в уравнение (8) и введя понятие коэффициента запаса устойчивости  $n = P_{кр}/R$ , после преобразований получим:

$$j_p = j_n \left( \frac{n^2 - 1}{n^2} \right); \quad (10)$$

Низшая частота собственных колебаний пластинчатого ножа равна [4]:

$$\omega_n = 5,5 \cdot 10^2 \frac{1}{l} \sqrt{\frac{N}{B \cdot \delta}}; \quad (11)$$

Уменьшение жесткости ножа вызывает снижение  $\omega_n$ . Как отмечалось выше, при  $j_p = 0$ ,  $\omega_n = 0$ . Это дает основания принять допущение о линейном характере зависимости между  $j_p$  и  $\omega_n$ , т.е.

$$\omega_p = \omega_n \left( \frac{n^2 - 1}{n^2} \right); \quad (12)$$

Так как  $\omega = h/60$ , то после подстановки (11) в (12) после несложных преобразований получим критическую частоту вращения кривошипа привода механизма резания, вызывающую резонансные колебания тонких пластинчатых ножей:

$$n_{рез} = 3,3 \cdot 10^4 \frac{1}{l} \sqrt{\frac{N}{B \cdot \delta}}; \quad (13)$$

Проведенные расчеты показывают, что в серийных конструкциях резальных машин с пластинчатыми ножами возможны такие режимы работы, когда при соблюдении условия устойчивости по критерию  $P_{кр}$ , образуются клинообразные заготовки по условиям резонанса ножей. Например, изменение структурно — механических свойств сухарных плит за счет разной продолжительности выдержки при определенных характеристиках ножей может приводить к явлению их резонанса, если перерабатывается полуфабрикат в свежем состоянии, и к потере устойчивости — при переработке черствых плит.

## Литература:

1. Даурский А. Н., Мачихин Ю. А. Резание пищевых материалов. — М. Пищевая промышленность. 1991 г.
2. Показатели безотказной работы пластинчатых ножей в машинах рамного типа. Хромеенков В. М., Сафаров О. Ф., Саидова М. Х., Уринов Н. Ф. Хранения и переработка сельхозсырья. № 7. Вып.7. — с. 58–59.
3. Терентьев О. М. и др. Жесткость и устойчивость пластинчатых ножей. — М.: Информ.сб. «Хлебопродинформ». Вып. 5–6, 1996. — с 14–16.
4. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем. — М.: Гостехиздат, 1955. — 567 с.
5. Хромеенков В. М., Галин Н. М., Рензиев О. П., Уринов Н. Ф. Рациональная подготовка ножей скользящего резания, — М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. 1990. Вып. 12. Сер. Хлебопекарная и макаронная промышленность, с. 5–6.



# СТРОИТЕЛЬСТВО

## Воздушное отопление помещений

Журиха Анастасия Михайловна, студент

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье отражено понятие воздушного отопления как системы отопления помещений горячим воздухом, рассмотрены способы и системы воздушного отопления, изучены преимущества и недостатки воздушной системы отопления помещений.*

**Ключевые слова:** отопление, воздушное отопление, местные системы воздушного отопления, центральная система воздушного отопления, полностью рециркуляционная, частично рециркуляционная, прямоточная

Согласно СНиПу 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» воздушное отопление это система обогрева зданий с применением горячего воздуха.

Как указывает В. Н. Талиев, воздушное отопление — это замкнутая система, в которой происходит нагрев воздуха до температурных значений более высоких, чем в помещении, а затем нагретый воздух отдает излишки тепла, постепенно охлаждается и затем уже охлажденный воздух снова возвращается в систему для нового нагрева. Описанная циркуляция воздуха может происходить двумя способами:

1) нагретый воздух, протекая в помещение, которое нужно обогреть, перемешивается с тем воздухом, который уже есть в помещении и, таким образом, происходит его охлаждение;

2) нагретый воздух не протекает в помещение, которое нужно обогреть, а движется в каналах, которые

оказывают помещение, таким образом, нагревает стенки каналов [3, с. 123].

Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин отмечают, что сегодня применяется первый способ. Второй почти не используется, так как натурная проверка жилых помещений в начале второй половины XX в. показала его неэффективность. Экспериментальным способом было установлено нарушение плотности каналов. [4, с. 230].

В. М. Боровков, А. А. Калютник, В. В. Сергеев указывают, что есть два вида системы воздушного отопления с полной рециркуляцией теплоносителя воздуха: бесканальная (рис. 1а) и канальная (рис. 1б). В первом случае горячий внутренний воздух, (нагревается от температурных значений  $t_B$ , до температурных значений  $t_S$ ), нагрев происходит с помощью первичного теплоносителя в теплообменнике, затем уже горячий воздух перетекает с помощью вентилятора в помещение, которое нужно обогреть.

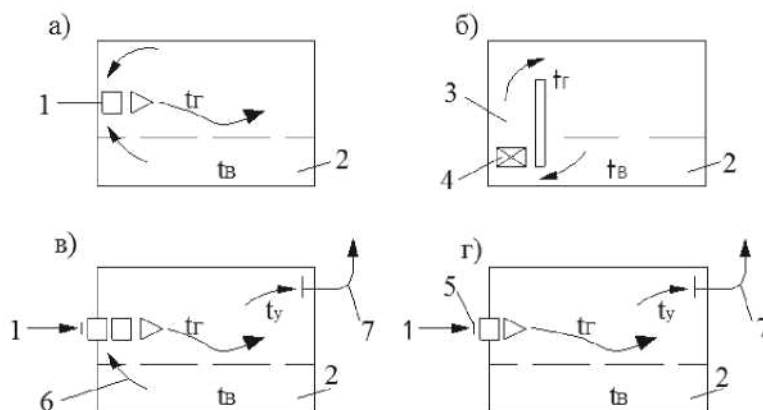


Рис. 1. Схемы местной системы воздушного отопления: а), б) — полностью рециркуляционные; в) — частично рециркуляционная; г) — прямоточная; 1 — отопительный агрегат; 2 — рабочая (обслуживаемая) зона; 3 — канал с нагретым воздухом; 4 — теплообменник (калорифер); 5 — наружный воздухозабор; 6 — рециркулирующий воздух; 7 — вытяжная вентиляция [2]

При установке местного воздушного отопления здания одновременно с приточно-вытяжной вентиляцией применяют иные схемы (рис. 1, в, г). На схеме рис. 1, показано, как происходит захват половины воздуха из вне, вторая половина воздуха внутри присоединяется к наружному, то есть смешивается — это частичная рециркуляция воздуха. Далее смешанный воздух нагревается в теплообменнике, и вентилятор разгоняется в помещении. Отопление здание происходит всем нагретым воздухом, а вентилируется здание только воздухом, захваченным с наружи. Ликвидация забранного наружного воздуха происходит с помощью вытяжной вентиляции, объем ликвидируемого воздуха равен объёму захваченного воздуха. Схема на рис. 1 г — прямоточная. Воздух с из вне захватывается в нужном объеме, для того что бы вентилировать здание, затем

воздух нагревается в теплообменнике для отопления, а затем охлаждается до температурных значений комнатного воздуха, далее ликвидируется наружу [2, с. 150].

В.А. Кострюков подчеркивает, что центральная система воздушного отопления — канальная. Происходит нагрев воздуха до нужных температурных значений в теплообменнике, а затем нагретых воздух перетекает в здание по воздухоораспределителям. Схемы центральной системы показаны на рис. 2. В схеме на рис. 2а горячий воздух по специальным каналам течет по зданию, а холодный воздух, а затем по другим каналам происходит возвращение холодного воздуха для последующего нагревания. Совершается, как и в схеме на рис. 1, а, полная рециркуляция воздуха без вентиляции здания. Теплопередача в теплообменнике равна теплотерям помещений, т.е. схема чисто отопительная [6, с. 170].

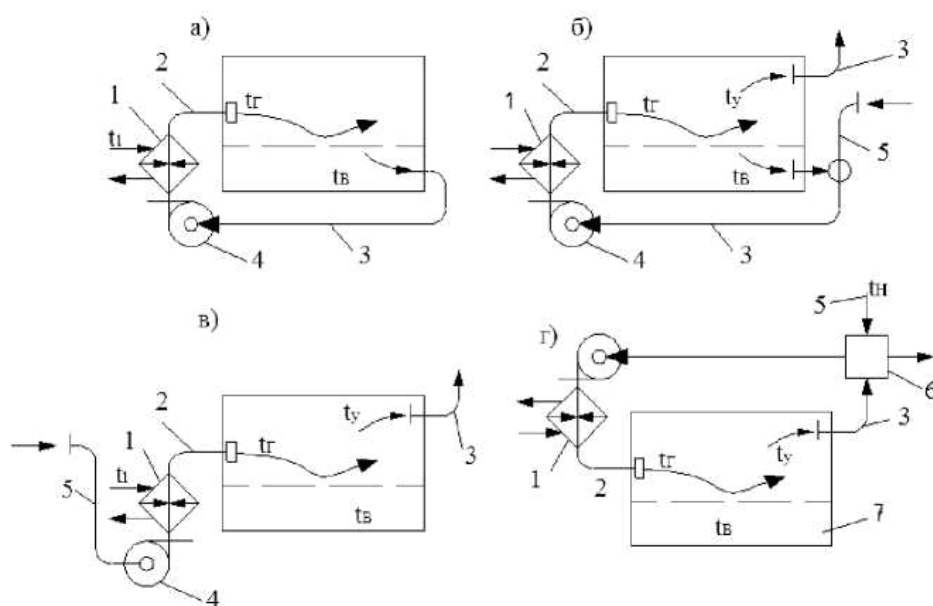


Рис. 2. Принципиальные схемы центральной системы воздушного отопления: а) — полностью рециркуляционная; б) — частично рециркуляционная; в) — прямоточная; г) — рекуперативная; 1 — теплообменник (калорифер); 2 — канал (воздуховод) с нагретым воздухом и воздухоораспределителем на конце; 3 — канал (воздуховод) системы вытяжной вентиляции; 4 — вентилятор; 5 — наружный воздухозабор с каналом (воздуховодом); 6 — воздухо-воздушный теплообменник; 7 — рабочая (обслуживаемая) зона [6]

Рециркуляционная система воздушного отопления предполагает малые изначальные финансовые вложения. Условия использования системы рециркуляция воздуха в здании, сопоставимость температурных значений воздуха в здании с нормативами гигиены, пожаро- и взрывобезопасности данного здания. Дальность действия центральной системы с циркуляцией воздуха, если вентилятор отсутствует — 8–10 м, отсчитывая по горизонтальному пути начиная с теплового пункта до наиболее далеко расположенного вертикального канала. Обусловливается это небольшим размером существующего естественного циркуляционного давления, значения которого даже при большой температуре нагретого воздуха около 2 Па на каждый метр высоты канала [8, с. 100].

Система воздушного отопления с частичной рециркуляцией работает с механическим побуждением дви-

жения воздуха и представляется более гибкой. Она работает в разных режимах: в зданиях, помимо частичной, может происходить полная замена или полная рециркуляция воздуха. При этих трех режимах система функционирует как отопительно-вентиляционная, чисто вентиляционная и чисто отопительная. Все зависит от того, захватывается ли и в каком количестве воздух из вне и до каких температурных значений нагревается воздух в теплообменнике. Прямоточная система воздушного отопления характеризуется самыми высокими эксплуатационными вложениями. Ее используют, когда требуется вентиляция помещений в объеме не меньшем, чем объем воздуха для обогрева [7, с. 166].

По мнению В.Ф. Дроздова одно из положительных черт используемой центральной системы воздушного отопления — отсутствие отопительных приборов в ота-

пливаемых зданиях. Воздушному отоплению присущ рост санитарно-гигиенических показателей воздушной среды здания. Воздушное отопление обеспечивает диффузность воздуха для комфортного самочувствия людей, равномерность температуры здания, а также смену, очистку и увлажнение воздуха. Кроме того, при использовании местной системы воздушного отопления экономится металл. Система воздушного отопления способна быстро изменять количество подаваемой в здание теплоты, что делает ее достаточно гибкой, что бы обеспечить эксплуатационное регулирование, а также при использовании периодического или дежурного отопления [5, с. 109].

Вместе с тем, воздушному отоплению присуще ряд существенных недостатков. Известно, что площадь поперечного сечения и поверхности воздухопроводов из-за небольшой теплоаккумулирующей способности воздуха значительно превышает сечение и поверхность водяных и паровых теплопроводов. В системе большой протяженности воздух сильно охлаждается, даже при том, что воздухопроводы окутаны тепловой изоляцией. Согласно

указанным причинам использование центральной системы воздушного отопления в сравнении с другими системами бывает экономически нецелесообразным. Местному воздушному отоплению указанные недостатки не присущи, но оно так же имеет отрицательные черты, обусловленные расположением отопительного оборудования непосредственно в отапливаемом помещении.

Отсутствие отопительных приборов в помещении является препятствием применения местного воздушного отопления. При условии обеспечения ряда помещений приточной вентиляцией, то необходимо применять центральную систему воздушного отопления, потому что только она совмещает функции отопления и вентиляции [10, с. 199].

В настоящий момент системы воздушного отопления устанавливают в производственных, административных и сельскохозяйственных зданиях, используя рециркуляцию воздуха или совмещая отопление с общеобменной приточной вентиляцией. Известно также применение воздушного отопления жилых зданий и гостиниц.

## Литература:

1. Богословский В. Н., Сканава А. Н. Отопление: Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 2016. — 736 с.
2. Боровков В. М. Калютник А. А., Сергеев В. В. Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей: Учебник для образовательных учреждений. — М.: Академия, 2015. — 399 с.
3. Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха на текстильных предприятиях: Учебное пособие. Под ред. В. Н. Талиева. — М.: Легпромиздат, 2008. — 256 с.
4. Варфоломеев Ю. М., Кокорин О. Я. Отопление и тепловые сети: Учебник для средних специальных учебных заведений. — М.: Инфра-М, 2010. — 480 с.
5. Дроздов В. Ф. Отопление и вентиляция: Учебное пособие. — М.: Высшая школа, 2014. — 264 с.
6. Кострюков В. А. Отопление и вентиляция: Учебник для техникумов. — М.: Стройиздат, 2015. — 328 с.
7. Манюк В. И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник. — М.: Стройиздат, 2008. — 432 с.
8. Сибикин Ю. Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учебное пособие — М.: Академия, 2008. — 303 с.
9. СНиПу 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [Электронный ресурс] Электронно-правовая система Консультант [сайт] [2015]. URL: [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) (дата обращения 11.11.2015).
10. Фокин С. В., Шпортько О. Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: Учебное пособие. — М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. — 368 с.

# ТРАНСПОРТ

## Безопасность и экономика

Игтисамов Рафаэль Сазитович, кандидат экономических наук, доцент;

Новоселов Олег Геннадьевич, аспирант;

Хусаинов Вячеслав Григорьевич, кандидат технических наук, доцент

Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

Пожалуй, ни одна сфера человеческой деятельности так тесно не связана с охраной главного богатства общества — здоровья людей и их благополучия, как служба организации безопасности дорожного движения. К сожалению, потери во взаимодействии людей и транспорта пока еще сопоставимы с военными. Десятки тысяч людей ежегодно, к прискорбью, становятся жертвами дорожно-транспортных происшествий и сотни тысяч получают увечья и травмы. Казалось бы, там, где речь идет о таких страшных последствиях транспортного движения вопросы экономики отодвигаются на второй план. Конечно же, это не так.

Нет сомнения в том, что система организации безопасности дорожного движения располагает теоретическим обоснованием всех сторон транспортной составляющей нашей жизни, включая экономическую. И, тем не менее, в её содержании еще просматриваются вопросы, оставляющие место для рассуждений по их существу.

Пример первый:

В городе Набережные Челны — месте проживания авторов публикации, напротив центральных въездных ворот на городской стадион «Строитель» на дороге, проходящей вдоль этих ворот, устроено транспортное сооружение, именуемое спецслужбой «искусственной неровностью», а в простонародье — «лежачий полицейский» (ЛП). Его предназначение — замедлять скорость автомобилей, движущихся по дороге вдоль ворот и повышать, тем самым, безопасность пешеходов, переходящих улицу и идущих к стадиону. Интенсивность автомобильного потока здесь довольно высока (от 20 до 80 единиц/час, в зависимости от времени суток), поэтому установка ЛП в этом месте как будто бы оправдана. А вот интенсивность людного потока, движущегося к воротам и ради безопасности которого устроен ЛП, колеблется от многотысячного значения в праздничные дни (а так их на стадионе отмечается, как правило, 2 дня в году — День Победы и День города) до практически нулевого — в остальное время, когда центральные ворота не используются, а посетители стадиона и его работники пользуются рабочими входами. Повышенная значимость стадиона для города в праздничные дни как будто бы оправдывает стационарный характер ЛП, ми-

рясь, при этом, с негативным экономическим воздействием его круглогодичной и круглосуточной «службы». Характер и размер этого воздействия теоретически поддается учёту и, надо полагать, составляет немалую величину. Работники ГИБДД, чье учреждение, в данном случае, находится в непосредственной близости от въезда на стадион, надо полагать с профессиональным удовлетворением смотрят на ЛП, как меру повышающую безопасность движения. Что же касается экономических, экологических и прочих потерь, связанных с безостановочной «деятельностью» этого сооружения, то они своею сущностью выходят за рамки интересов службы безопасности движения и, в этой связи, во внимание ею, надо полагать, не принимаются.

Этот пример можно было бы считать единичным, если бы не многократно наблюдаемая повторяемость его существа.

В том же городе Набережные Челны по улице Шлюзовой, расположенной в промышленной зоне города и несущей значительную транспортную нагрузку, включая большой поток легковых автомобилей (дорога ведёт в садовые общества), имеет место несколько пересечений этой улицы с железнодорожными путями. Пути эти имеют локальную, учрежденческую принадлежность и интенсивность движения железнодорожного транспорта по ним крайне незначительна: за три месяца наблюдений ни одного случая появления на этих путях железнодорожных транспортных средств отмечено не было. Однако, оформлены эти переезды в полном соответствии с правилами дорожного движения (заблаговременное оповещение водителей автотранспортных средств (АТС) о находящемся впереди переезде, требование смены (понижения) скоростного режима и *полной остановки* АТС непосредственно перед переездом). Бросающаяся в глаза малозначимость переездов, безосновательная требовательность к характеру их пересечения, издержки, связанные с выполнением предписаний о смене скоростного режима, включающих полную остановку АТС, отсутствие контроля позволяют водителям избирательно относиться к соблюдению вышеперечисленных предписаний. Изложенное, в своей совокупности проявляется, как показывают наши на-

блюдения, в практически полном (95% случаев) отказе, в частности, от исполнения требования знака «Стоп».

Еще пример. Опять же в Набережных Челнах, на улице Батенчука на отрезке длиной примерно 400 м с обеих сторон от этого отрезка установили знаки, обязывающие водителей АТС двигаться со скоростью, не превышающей 40 км в час. Требование связано с обеспечением повышенной безопасности детей и выражено в виде отдельного знака, объединенного со знаком, ограничивающего допускаемую скорость. Однако изложенное предписание заставляет усомниться в его обоснованности. Учебных и других заведений, связанных с интенсивным посещением их детьми на территории, примыкающей к отрезку с требуемой замедленной скоростью движения, нет. Правда, на расстоянии примерно полукилометра, к тому же несколько в стороне, находится средняя школа. Если предположить, что повышенная интенсивность пересечения улицы детьми связана с этой школой, то зоной ограниченного скоростного режима должна быть вся улица Батенчука (ее длина равна примерно двум километрам), а главное — пересечение этой улицы с улицей Ямашева, где имеет место, как показывают наши наблюдения, наибольшая интенсивность людского потока, пересекающего улицу Батенчука.

Малообоснованность вышеуказанного знака, требующего ограничение скорости движения АТС до 40 км/час, подтверждаемая очевидно-низкой интенсивностью людского потока на выделенном участке улицы, сопровождаемая, к тому же отсутствием контроля за его исполнением, формирует собственное избирательное отношение водителей к требованию знака (наблюдения показывают на практически полное его игнорирование).

Отдельным обстоятельством, требующим учёта в данном примере, является цикличность учебного процесса средних школ. Если посчитать число выходных, праздничных, каникулярных дней (только летом — это три месяца), то число нерабочих дней учащихся средних школ составит около 150 дней в году. Да и в течение одного дня график движения детей в школу и обратно ограничен по времени. Но знак этого «не знает» и требует *круглосуточного* и *круглогодичного* исполнения своего предписания. Формируется дилемма: либо безусловно следовать предписанию знака, а значит нести водителями неоправданные издержки экономического характера, либо позволять себе самостоятельно избираемое отношение к знаку, выражающееся чаще всего, как показывают наши наблюдения в 90% случаев, в его игнорировании.

Подводя черту под вышеизложенным можно заключить, что использование недостаточно обоснованных запрещающих предписаний ведёт либо к неоправданным

экономическим потерям участников дорожного движения, а отсюда к скептическому восприятию этих предписаний, либо вовсе к игнорированию водителями этих требований.

Разработка мер обоснованного решения вопросов, затронутых настоящей публикацией, является безусловной *прерогативой* профессионалов организации дорожного движения и, тем не менее, авторы публикации позволяют себе сделать некоторые предложения по существу затронутого вопроса.

#### Предложения:

— Имеющее место в практике организации автомобильного движения использование малообоснованных мер запретительного и ограничивающего, по отношению к действиям водителей характера, не всегда способствует, как показывают наблюдения, ожидаемой эффективности такого рода мер, к неоправданным, в ряде случаев, экономическим издержкам участников движения и формированию, в своей совокупности, элемента дискредитации системы безопасности дорожного движения.

— Запрещающие и ограничивающие требования в организации дорожного движения должны иметь, по возможности, видимое и сущностное обоснование своего содержания.

— Представляется оправданным повышение значимости *предупредительного* оповещения водителей о ситуациях требующих повышенного внимания к ним и особых мер вытекающих из этого. В этом смысле полезно было бы обратиться к практике зарубежного опыта, когда в качестве дополнительных средств воздействия на участников дорожного движения используют текстовые предостережения ожидаемой угрозы, муляжи, стенды и даже юмор<sup>1</sup> (иногда увы! чёрный).

— Ситуативная либерализация мер обеспечения безопасности дорожного движения не должна означать снятия ответственности участников дорожного движения за характер действий, определяемых правилами дорожного движения и содержанием информационно-предупредительного материала, соответствующего дорожной обстановке.

— Растущая автомобилизация страны, возрастающая социальная значимость этого процесса, усложнение задачи обеспечения безопасности дорожного движения делают оправданным повышение роли *института связи* службы организации дорожного движения и общественности. Прозрачность и доступность результатов работы этого института может стать дополнительным элементом мер обеспечения безопасности дорожного движения и, в частности, её экономической составляющей.

## Литература:

1. Правила дорожного движения 2016 и 2017 года РФ

<sup>1</sup> На память приходит информационный придорожный стенд, который мы видели в Германии — «Уважаемые водители! На территории земли (такой-то, авт.) в августе месяце просим быть особенно осторожными — доктор и гробовщик будут в отпуске». («Земля» в данном случае — элемент территориального деления страны).



# АРХИТЕКТУРА

## Типовая деревянная архитектура Архангельска первой половины XX века

Акишева Вера Дмитриевна, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Переход на государственное планирование в период первых пятилеток определил новые задачи градостроителей — решить жилищные вопросы рабочего класса, обеспечить рост объемов ввода жилья и стандартизацию зданий, соответствующих новой идеологии страны. Выполнение поставленных задач, без применения типовых проектов, было невозможно. Проведенные исследования показывают изменение архитектуры зданий в первой половине XX века, выявляют стремление архитекторов Архангельска разнообразить композиционными приемами и декоративными средствами образы типовых строений города.*

**Ключевые слова:** типовые проекты деревянных зданий Архангельска, советская архитектура 1920–1950 годов

До революции Архангельск считался по праву «столицей Древа», основной массив гражданской архитектуры представляли деревянные дома, воплотившие в себя традиции Русского Севера и стилевое разнообразие привезенных в Немецкую слободу строительных технологий, которые ассимилировав, распространялись по территории города во всем возможном разнообразии вариаций деревянной архитектуры.

После установления на Севере власти большевиков, началось бурное развитие промышленного производства, рост населения индустриальных городов. В срочном порядке было необходимо решить жилищные вопросы рабочего класса, обеспечить рост объемов ввода жилья. Новая идеология требовала изменения не только внутреннего, но и внешнего содержания строений, принятия упрощенных строительных решений и снижения себестоимости [3, 1928. 31 января].

Увеличение численности жителей Архангельска и возникший в связи с ним жилищный кризис привел к «уплотнениям», отмена частной собственности к повсеместной национализации [4, 1921. 31 марта]. Судить о том, как велось строительство можно по развернутой пропаганде в СМИ: «У некоторых хозяйственников имеется склонность капризничать в строительстве, строить с »прихвесами«, со строганными досками, одернуть этих товарищей, не желающих строить дешево...» [6, 1930. 10 января]. Лозунги того времени: «Строить дешево, но не гнило», «Больше ударности и инициативы», «Долой старые методы работы, долой стройку по старым, засиженным мухами учебникам!» и т.д. наглядно отражают качество строительства того времени [3, 1928. 20 января; 3, 1928. 22 февраля; 6, 1930. 10 января].

Жилые дома, клубы, больницы, ясли, столовые, детские сады, магазины, бани строились по типовым проектам, и если в центре города возводились многоквартирные дома, то массовое жилищное деревянное строительство на периферии в основном выполнялось за счет общежитий и семейных бараков. Картину облика города того времени ярко описал В.И. Смирнов: «Архангельск — союзная лесопилка. Город почти сплошь деревянный: целые деревянные улицы — с деревянными панелями, с досчатыми или бревенчатыми мостовыми, с деревянными заборами и дворики, сплошь вымощенными деревом, ... крытый деревянными крышами...» [7, с. 37, 38].

В основном рядовая застройка была заурядной. Среди типовых проектов представляют несомненный интерес местные образцы «русского авангарда», отражающие поиск архитекторов-конструктивистов простыми средствами в условиях нищеты решить не только жилищный вопрос Архангельска, но и найти образ нового дома для граждан Советской республики.

По проекту кирпичного дома Эрнста Мая (мнение Ю.А. Барашкова) в городе был построен профессорско-преподавательский городок Лесотехнического института. Жилые дома имели лаконичную форму, продуманный план, отдельный санузел и ванную с дровяной колонкой, являлись тогда одними из лучших жилых зданий города (рис. 1) [2, с. 143].

Достаточно уникальны и высотные деревянные дома — гиганты, разделенные брандмауэрными стенами, с удачной планировкой — две трехкомнатные квартиры на лестничной клетке, по четыре в подъезде. Строения существенно отличались размерами, угловыми четырехэтажными объемами и необычно большими окнами,

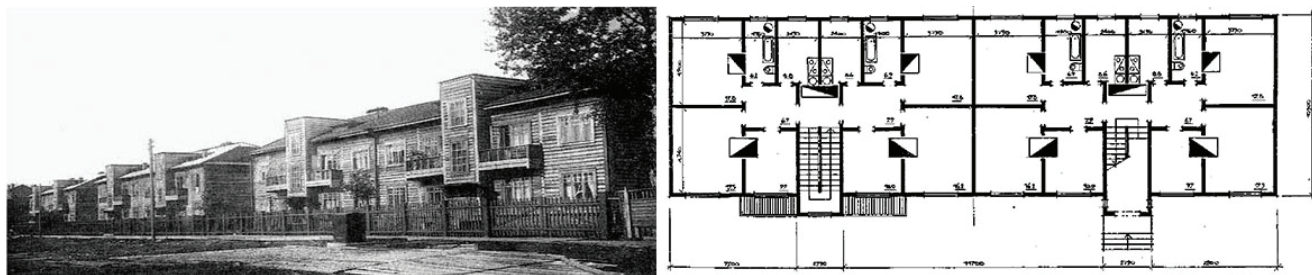


Рис. 1. Профессорско-преподавательский городок АЛТИ и план типового дома. АОКМ

не соответствующими традиционному северному принципу — сохранения тепла (рис. 2).

С отказом от конструктивизма были разработаны новые серии типовых домов, они отличались от остальной застройки вальмовыми кровлями, наличием обшивок, декором ставен и карнизов, резьбой наличников и балясин балконов. Декоративные, хоть и стандартные, элементы улучшали внешний вид строений. Сочетание круглого леса с резным оформлением отно-

сили облик зданий к мотивам северного деревянного зодчества. Вариативность наружного декора и окраска элементов позволяла придать домам отличительные черты и некоторую индивидуальность (рис. 3), сбить монотонность улиц, застроенных типовыми строениями.

Качество строительства таких зданий предвоенного и послевоенного периода значительно отличалось от времен жилищного кризиса, существенным фактором являлось то, что проекты создавались по заказу пред-

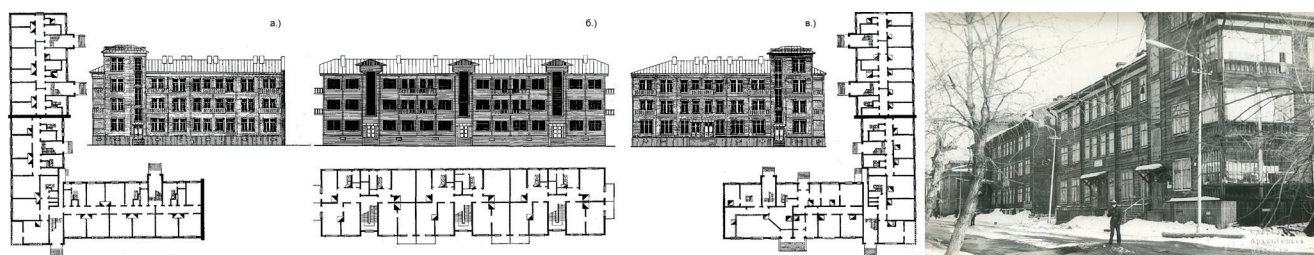


Рис. 2. Многоквартирные дома — гиганты в Архангельске



Рис. 3. Проекты типовых деревянных зданий для города Архангельска и фрагменты оформления фасадов.

Автор М. Ф. Кибирев

приятый, имеющих свой жилфонд и самостоятельно его эксплуатирующих. Наличие «хозяина» подразумевало более тщательный уход и сохранность строений.

После Великой Отечественной войны Управление по делам архитектуры при Совете Министров РСФСР в целях повышения качества общестроительных и отделочных работ, внедрения индустриальных методов производства и снижения стоимости строительства ежегодно проводило конкурсы-смотры лучших проектов. Среди архангельских зданий в 1947 и 1952 годах были отмечены работы М.Ф. Кибирева: проект 8-ми квартирного жилого дома для Горжилуправления и планировка городского квартала № 162 [5, с. 8, 10].

Проект квартала стал последним объектом деревянной застройки центра города. После визита в 1962 году Первого секретаря ЦК КПСС и Председателя Совета Министров СССР Н.С. Хрущёва в Архангельск был значительно переработан генеральный план, столицу Поморья наводнили типовые панельные и каменные дома, которые в настоящее время занимают 70% от общего объема каменного жилфонда. С этого периода Архангельск утратил звание «столицы Древа» [1].

Созданные во многом, как временное жилье, за годы эксплуатации деревянные дома существенно изна-

лись. При содействии ГК Фонда реформирования ЖКХ и частных инвесторов по «Программе застройки освоенных территорий» в Архангельске осуществляются работы по сносу некачественных строений и переселении граждан.

С лица города стирается целый пласт деревянной архитектуры периода индустриализации СССР. Учитывая уроки прошлого, когда в 1960–1970-е годы были полностью уничтожены здания старого Архангельска, возможно, разумнее было бы, сохранить некоторые кварталы, проведя реконструкцию, восстановление или капитальный ремонт жилых строений.

По примеру пешеходной улицы с деревянными купеческими особняками, историко-культурной заповедной территории «Старый Архангельск» или Музея деревянного зодчества «Малые Корелы» создать заповедную территорию советской деревянной архитектуры из лучших образцов индустриального строительства первой половины XX века. С воссозданием благоустройства, стилизованной атрибутики малых форм, олицетворяющих собой дух периода «всесоюзной лесопилки», как своеобразный музей советской архитектуры с экспозициями индустриализации столицы Поморья.

## Литература:

1. Акишева В.Д. Трансформация архитектурного силуэта Архангельска // Международный студенческий научный вестник. — 2016. — № 6. — С. 132–132; URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=16787> (дата обращения: 29.03.2017).
2. Барашков Ю.А. Ностальгия по деревянному городу. — М.: Криптос-Логос, 1992. — С 142.
3. Волна, газета.
4. Известия Архангельского губернского исполнительного комитета, газета.
5. Кибирев В.М. Архангельск — XX. Архитекторы Кибиревы. — Северодвинск: Партнер-НП, 2011. — С. 6, 8.
6. Правда Севера, газета.
7. Смирнов В.И. Город Архангельск в начале 30-х годов XX столетия. — Архангельск: ОАО ИПП «Правда Севера», 1992. — С. 37, 38.



# ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Совершенствование конструкции узла челночного устройства швейных машин

Гаппаров Хасан Гаппарович, кандидат технических наук, доцент;  
Тухтаева Зебо Шариповна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Аброров Акбар Саидович, ассистент;  
Ходжаева Ойчехра Рахмоновна, магистрант;  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Рахимова Дилором Журабоевна, преподаватель,  
Каракульский профессиональный колледж бытового обслуживания (Узбекистан)

Челноки выполняют наиболее сложные этапы процесса переплетения нитей и существенно влияют на производительность, надёжность и качество работы швейных машин. Параметры челнока оказывают влияние на частоту смены шпуль и потерю прочности игольной нити из-за многократного перетирания ее об ушко иглы. Челночные механизмы часто вызывают повышенный шум, износ основных деталей создает высокочастотные колебания на валу и разрушает механическую характеристику машины.

Строчки с челночными переплетениями практически не распускаются и требуют наименьшего количества нитей. Однако при их выполнении игольные нити сильно изнашиваются, вследствие чего повышается обрывность нитей и ухудшается качество изделий; кроме того, эти строчки не всегда обладают достаточной податливостью при деформации. Строчки с цепными переплетениями характеризуются большой податливостью и меньшим износом и обрывностью нитей, но требуют большего количества нитей, многие из которых распускаются.

В машинах иностранных фирм, например, «Зингер», широко используются челноки цилиндрической формы, позволяющие шить тонкие ткани нитками высоких номеров, но из-за большой линейной скорости происходит быстрый износ направляющих челнока. Кроме того, при ходе челнока до 80 мм в крайних положениях в погонялке возникают удары, которые увеличивают шум, колебания и вибрацию механизмов машин.

Известно, что большое значение для петлеобразования имеет коэффициент рабочего хода челнока  $K_{\text{ч}}$ , представляющий собой отношение угла поворота главного вала за время от начала захвата игольной петли носиком челнока до момента ее сброса  $\varphi_{\text{ч}}$  к полному углу поворота главного вала за один цикл ( $\varphi_0$ ):

$$K_{\text{ч}} = \varphi_{\text{ч}} / \varphi_0 \quad (1)$$

Для улучшения процесса работы швейной машины стремятся уменьшить  $K_{\text{ч}}$ . В существующих машинах он колеблется в пределах  $0,25 \div 0,42$ .

В общем случае угол поворота главного вала при обводе петли

$$\varphi_{\text{ч}} = (180^\circ + \alpha) / i_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где угол, определяющий длину носика челнока (обычно  $\alpha = 30 \div 40^\circ$ ),  $i_{\text{ср}}$  — среднее значение передаточного отношения между главным и челночным валами за период обвода петли:

$$i_{\text{ср}} = \frac{\omega_{\text{ч.ср}}}{\omega_{\text{гл.в}}}, \quad (3)$$

причем  $\omega_{\text{ч.ср}}$  — средняя угловая скорость челночного вала за период обвода петли;  $\omega_{\text{гл.в}}$  — угловая скорость главного вала.

В большинстве швейных машин для обеспечения равномерного вращения передаточное число постоянно:

$$i = \frac{\omega_{\text{ч}}}{\omega_{\text{гл.в}}} = 2. \quad (4)$$

С целью уменьшения коэффициента рабочего хода челнока применяются различные типы ускорительных механизмов.

Челноки, вращающиеся равномерно, при  $\omega_{\text{ч}} = \text{const}$  увеличивают холостой ход, что является недостатком, но при правильном их изготовлении инерционные нагрузки значительно уменьшаются, следовательно, повышается долговечность их работы.

Исследованиями установлено, что в течение большей части цикла 2 (рис. 1 а) контактирует в двух точках с челноком 1 и меньшую часть цикла — в одной точке с установочным пальцем и двух точках с челноком; во втором случае шпуледержатель можно считать базисным III класса с тремя поступательными парами. Наибольшее же давления между элементами челночного устройства наблюдается при совпадении точки  $g$  челнока с точкой

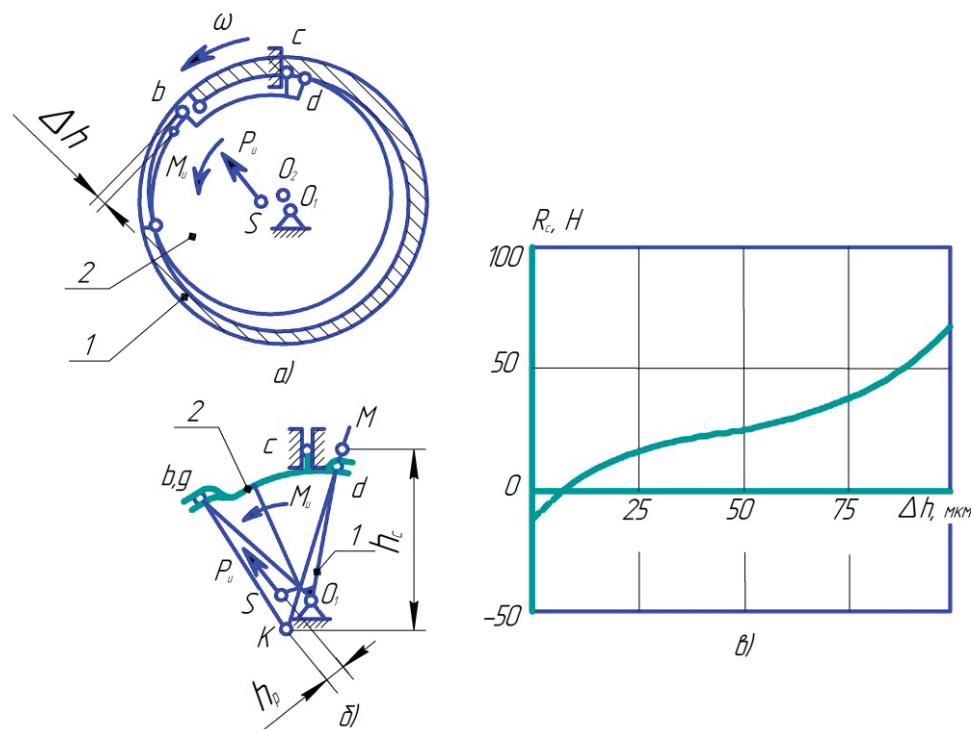


Рис. 1. Давление между элементами челнока-крючка: а – положение шпулдержателя относительно крючка при соударении; б – схема заменяющего механизма; в-график функции  $R_c(\Delta h)$

б шпулдержателя (рис. 1 б) и его контакты с установочным пальцем в точке с и челноком в точке d. В этом положении давления в паре шпулдержатель — установочный палец

$$R_c = \frac{1}{h_c} (P_n h_p \pm M_n) = \frac{1}{h_c} (-m_2 a_s h_p \mp J_s), \quad (5)$$

где  $P_n, M_n$  — сила инерции и момент силы инерции шпулдержателя;  $h_c, h_p$  — плечи сил  $P_n, R_c$  относительно точки К пересечения линий действия давлений  $R_b$  и  $R_d$  в точках b и d;  $m_2, J_s$  — масса и момент инерции шпулдержателя;  $a_s, \varepsilon_2$  — линейное ускорение центра тяжести шпулдержателя и его угловое ускорение. Ускорение  $a_s$  и  $\varepsilon_2$  можно найти с помощью особой точкой Ассра (рис. 1 б).

На рис. 1 в приведен график зависимости  $R_c(\Delta h)$  давления между шпулдержателем и установочным пальцем от расстояния ( $\Delta h$ ) в челночном устройстве машины «Зингер» при частоте вращения главного вала  $n = 8000$  об/мин. Согласно графику, с увеличением  $\Delta h$  давление  $R_c$  увеличивается, причем особо интенсивно при  $\Delta h > 75 \text{ мкм}$ . После определения  $R_c$  можно вычислит  $R_b$  и  $R_d$  в точках b и d. С увеличением  $\Delta h$  давление  $R_b$  также возрастает, а  $R_d$ , наоборот, уменьшается. При  $\Delta h = 100 \text{ мкм}, R_c \cong 150 \text{ Н}, R_b \cong 680 \text{ Н}, R_d \cong 45 \text{ Н}$ . Для уменьшения давления  $R_b$  и  $R_c$  следует стремиться к уменьшению  $\Delta h$ , что достигается при использовании втулки-виброгасителя в челночном вале.

При этом работа трения  $A = \mu \int_0^s R ds$ , где  $R$  — давление в кинематической паре;  $\mu, s$  — коэффициент трения и путь относительного скольжения его элементов. Поскольку звенья не передают полезных на-

грузок, можно принять  $R = \text{const}$ . Тогда при постоянной скорости вала

$$A = R \mu \frac{d}{2} \omega t = c \omega t, \quad (6)$$

где  $d$  и  $\omega$  — внутренний диаметр втулки-виброгасителя и его угловая скорость;  $c$  — числовой коэффициент;  $t$  — продолжительность работы.

Звенья детали механизмов необходимо проверять на прочность и долговечность. Расчет на прочность производится по моменту, возникающему при натяжении нитей — шпулдержателя и пазом челнока при достижении величины  $3,5 \div 5 \text{ Н*м}$ . Во избежание перегрузки челночного механизма с втулкой-виброгасителем в машине фирмы «Зингер» рекомендуем предохранительные муфты.

При расчете передач и валов на долговечность необходимо учитывать крутильные колебания и вибрации при работе на высоких скоростях. На челночной швейной машине «Зингер» при  $\omega = 680 \text{ 1/с}$  крутящий момент при колебаниях достигается  $\sim 1,2 \text{ Н*м}$ . Челночные валы необходимо проверять на резонанс; при поперечном изгибе критическая угловая скорость втулки-виброгасителя определяется по формуле

$$\omega_{kp} = \sqrt{\frac{3EJ}{(l_1 + l_2)l_2^2 m}}; \quad (7)$$

где  $E, J$  — модуль упругости материала и момент инерции поперечного сечения втулки-виброгасителя;  $l_1, l_2$  — расстояние между серединами от центра тяжести челнока до середины втулки-виброгасителя челночного вала;  $m$  — масса челнока.

Теоретическими расчетами определены и получены следующие значения:



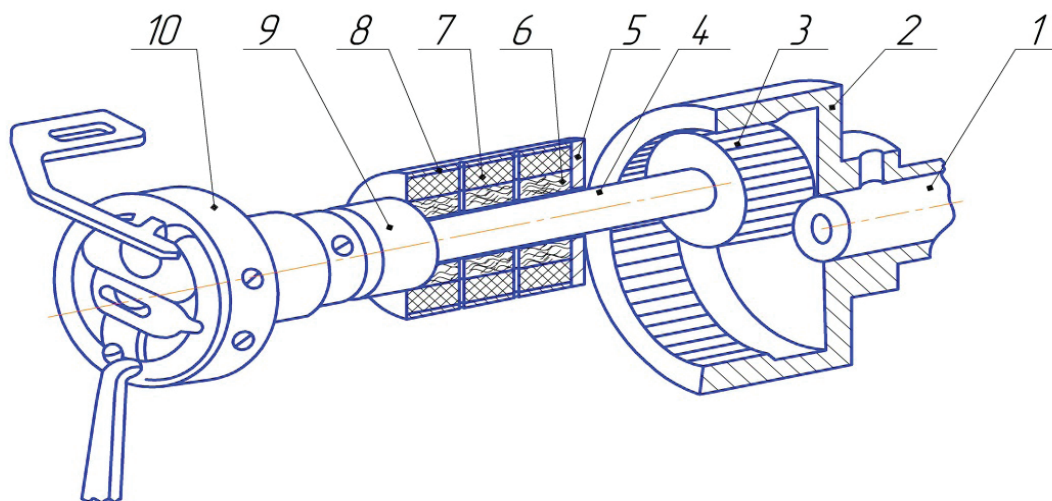


Рис. 2. Конструктивная схема механизма челнока и отводчика шпулдержателя: 1 – нижний вал; 2,3 – зубчатое колесо и шестерня; 4 – челночный вал; 5 – опорная шайба; 6 – войлок; 7 – шкурка; 8 – наружная втулка; 9 – челночная втулка; 10 – челночное устройство

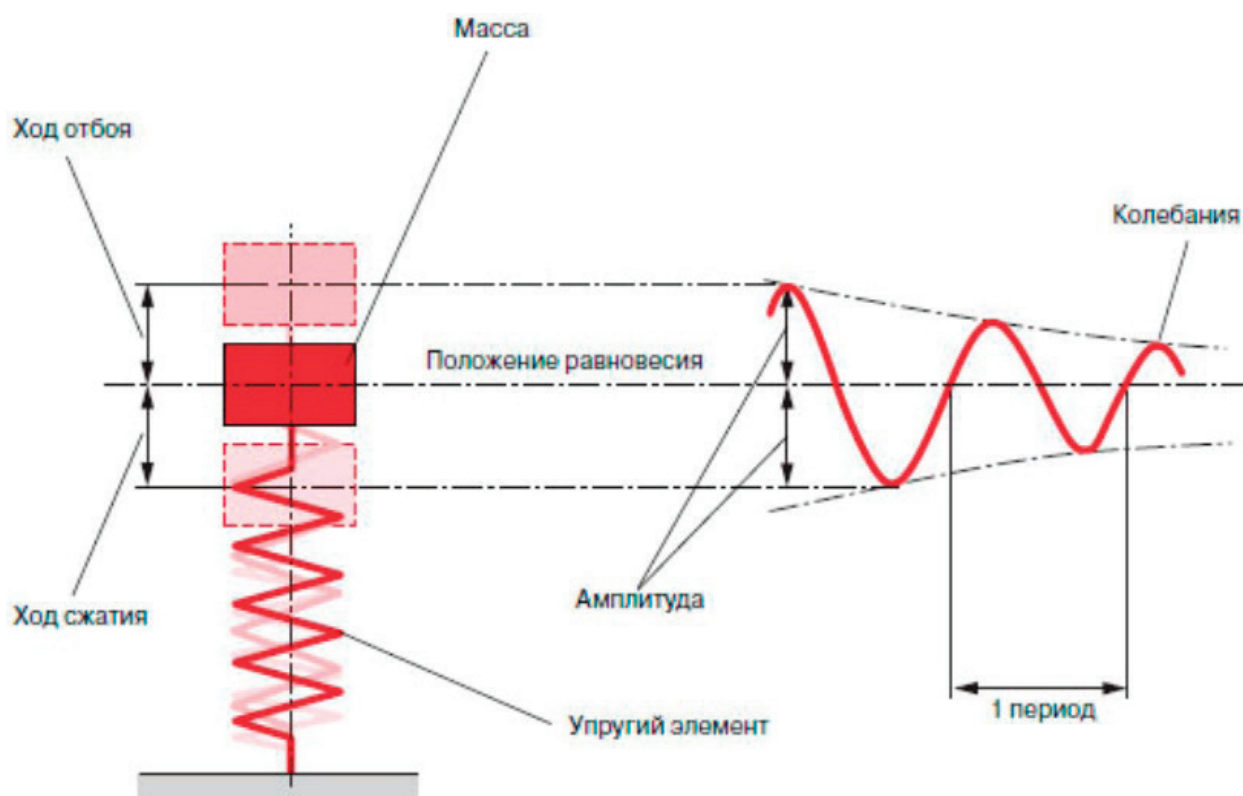


Рис. 3. Частота собственных колебаний челночного вала

$$\omega_{крmin} = 486 \text{ п/с}; \omega_{крmax} = 780 \text{ п/с}$$

С применением втулок-виброгасителей обрывность челночных нитей при формировании стяжки снижается на 15÷17%, частота колебания челночного вала дово-

дится до минимума 24 Гц, надежность и долговечность при работе на высоких скоростях швейной машины «Зингер» повышается 30–32%, что дает возможность увеличению числа оборотов челночного вала до 10000 об/мин.

#### Литература:

1. Комиссаров, А. И. и др. Проектирование и расчёт машин обувных и швейных производств. — М.: «Машиностроение», 1978. — 431 с.
2. Архипов, А. А. и др. Машины, машины-автоматы и автоматические линии легкой промышленности. — М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1983.

3. Лебедев, В.С. Технологические процессы машин и аппаратов в производстве бытового обслуживания. — М.: «Легпромбытиздат», 1991. — 336 с.
4. Вальщиков, Н. М. и др. Расчёт и проектирование машин швейного производства. — Л.: «Машиностроение», 1973. — 343 с.

## Каракуль и технологический процесс обработки

Мусаев Сайфулло Сафоевич, кандидат технических наук, доцент;

Азимов Жума Шаропович, ассистент;

Шойимов Шохрух Шухратович, ассистент;

Самиева Гулноз Олимовна, ассистент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

**К**аракульская овца — одна из наиболее популярных пород овец в мире: она получила широкое распространение и разводится в более чем 50 странах Азии, Африки, Европы и Америки.

Каракуль является национальным богатством и гордостью Узбекистана. Своеобразная форма и оригинальность завитков, нарядность рисунков, шелковистость и благородный блеск волоса принесли каракульским шкуркам мировую славу, поставили каракуль в особое положение среди пушнины и мехов, он оплачивается свободной валютой — золотом.

Ни одна другая порода овец не дает такое завитковое сырье при рождении ягнят, как каракульская овца. Еще в глубокой древности оригинальность шкур каракульских ягнят приводила в восторг арабского географа Ибн Хаукаля (IX в.), венецианского путешественника Марко Поло (XIII в.), посетивших Туркестан и Хорезм, нынешнюю территорию Узбекистана. Ибн Хаукаль в своей книге «Пути и страны» (978 г.) еще тогда писал о высоких ценах и оживленной торговле шкурками, снятыми с забитых ягнят. [1]

В XVII–XVIII веках бухарские и хивинские купцы вели оживленную торговлю каракулевым сырьем на ярмарках в Ирбите, Тверской губернии, Тобольске, Нижнем Новгороде и Москве, а в XVIII — XIX веках каракульские шкурки с большим и неизменным успехом продавались на международных пушных аукционах в Лейпциге, Лондоне, Нью-Йорке, Генуе, Монреале и других зарубежных торговых центрах. Это и послужило основанием для вызова каракульских овец во многие страны и континенты в целях разведения.

Узбекистан обладает лучшим поголовьем каракульских овец и по праву является основной базой племенного каракулеводства. По качеству и богатству ассортимента узбекский каракуль не имеет себе равных. Более 86% продукции каракулеводческих хозяйств республики идет ежегодно на экспорт и реализуется по наивысшим ценам.

Как известно [1–3], качество каракуля, его товарная ценность, определяется многими показателями, которые по их основным свойствам делятся на группы: по качеству завитка; по качеству волоса; по качеству шкурки. В свою очередь, каждая из этих групп детализируется на целый ряд показателей, каждый из которых крайне

важен для всесторонней оценки каракульских шкур. Ни одним из них нельзя пренебречь.

При оценке качества завитков учитывают следующие показатели: форма и тип, ширина и длина завитков, их плотность, рисунок расположения завитков (фигурность), открытая сторона, соотношение различных завитков на шкурке. Для характеристики качества волоса учитывают: его шелковистость, блеск, пигментацию, густоту, тонину и длину.

Качество шкур определяется следующими элементами: размером, весом единицы площади, толщиной мездры.

Большое различие шкур по этим признакам создает разнообразие смушковых групп и сортов каракуля.

Узбекский каракуль можно легко отличить по плотному шелковистому бобовому завитку. Такой вид каракуля относится к жакетной группе. Когда говорят «валек», «боб», «московский жакет», обычно имеют в виду узбекский каракуль. Завиток узбекского каракуля приятный на вид и на ощупь. Стоит этот мех сравнительно недорого, при том что он великолепно выглядит, отлично сохраняет тепло. Размер шкур — в среднем, 11 дм<sup>2</sup>. Это меньше, чем размер афганского и южноафриканского каракуля. Иногда в узбекском каракуле встречаются шкурки по красоте не уступающие Свакаре, но значительно дешевле ее.

Шкурки каракуля (далее *Смушки*) — это шкуры каракульских ягнят, убитых в возрасте 1–3 дней, имеющие специфический завиток волосного покрова. Завитком называют пучок волос, изогнутый в виде валька, кольца и т.д. *Смушки* относят к меховому сырью и используют для изготовления дамских пальто, шапок, воротников и других изделий. Качество смушковых обусловлено формой завитков, их размером, цветом, густотой волоса и размером самой шкурки. Смушки получают также от ягнят скольской породы и различных помесей каракульских овец с грубошерстными, но по качеству они уступают каракульским смушкам.

*Смушек* оценивается по совокупности свойств мездры и шерстного покрова. Комплекс этих свойств многообразен, и они должны отвечать требованиям, установленным стандартом. Только в этом случае смушковый ягненок получает высокую селекционную, а его шкурка — высокую технологическую оценку, пели эле-

ментом руна является штапель или косица, то элемент смушка — завиток. Он представляет собой небольшую по длине (1–1,5 см) косицу / которая в силу генетических причин образует в эмбриональный период развития ягненка оригинальную форму завитости, сохраняющуюся несколько дней после рождения (1–3 дня). Вследствие роста шерсти, и в частности пуха, завиток быстро разрыхляется, увеличивается и превращается в обычную косицу, отчего утрачивается и вся ценность смушка. Поэтому ягнят смушковых пород забивают сразу же после рождения или через 1–3 дня, пока завиток оригинален. Ягненка с пороками завиток или с переросшими завитками выгоднее вырастить на мясо и получить от него овчину. Каракулеводы в период ягнения маток следят за состоянием завитков у ягнят, немного задерживают убой тех ягнят, от которых можно за счет подраста за 1–3 дня получить большую площадь смушка, не рискуя при этом утратить форму завитка, и немедленно убивают тех ягнят, у которых в силу их конституции и состояния завитков нельзя ожидать улучшения смушка. Основные качественные показатели смушка, по которым ведется селекция овец и товарная оценка сырья, следующие: цвет, форма, длина, ширина, высота и густота завитка, фигурность, рисунок, шелковистость, блеск, упругость, площадь смушка, плотность и толщина мездры.

*Цвет* каракульского смушка бывает черный (араба), серый (шираза), коричневый (комбат), разовый (гулигаз), золотистый и серебристый (сур), а также белый. У Сокольским овец шкурки имеют серую и черную окраску, у чушки — черную, серую и белую.

Черный цвет зависит от концентрации меланина в шерстинках. Желателен интенсивно-черный цвет, без пежин или коричневого оттенка. Если встречаются пежины, цвет смушка черно-пестрый. При большой площади пежин ягнят на смушки не убивают. Недостаточно интенсивная черная окраска волоса, характерная для помесных ягнят, снижает ценность смушка. Смушки черной окраски оцениваются главным образом по форме завитка. При оценке цветных смушковых форме завитков придают меньшее значение, обращая особое внимание на оттенок, уравниваемость в окраске, блеск и шелковистость.

Коричневый смушки имеют небольшое количество пигмента в шерстинках. Встречаются светлые, средние и темные оттенки коричневого цвета. Серый цвет, получается, от смешения белых и черных шерстинок, поэтому различают серую, светло-серую, темно-серую, голубоватую, стальную и с сединой окраску. Разовый цвет создается в результате смешения белых и коричневых шерстинок. Такая, по сути дела, чалая шерсть только условно называется Розовой.

Окраска сур характеризуется зональным расположением пигмента и разной окраской волокна. Шерстинки, у которых основание белое, а верхушка коричневая, имеют окраску сур золотистый, если же основание шерстинки коричневое, а верхушка белая, образуется сур серебристый и т.д.

Белый цвет сейчас пользуется спросом в связи с модой на смушки различной искусственной окраски (зеленая, голубая и т.п.).

*Форма завитков.* По форме завитки разделяют на ценные (валек и боб), малоценные (кольцо, штопор, улитка, полукольцо) и промежуточные (гривки). К браку по форме относят деформированные, вихрастые завитки и ласы — волос гладкие, имеющие не только завитков, но и выраженных косиц.

Разница между ценными и малоценными завитками заключается в размещении шерстинок в коже и в архитектонике косиц. Шерстинки ценных завитков расположены группами, корни шерстинок закладываются параллельными рядами и глубоко сидят в собственной коже. Видимо, такая своеобразная закладка шерстинок обуславливает образование валковидных и бобастых завитков. Мысленная ось ценного завитка идет параллельно, а его плоскость — перпендикулярно коже. Корни шерстинок малоценного завитка залегают в коже на разной глубине и беспорядочно. Кроме того, шерстинки ценных завитков выходят из кожи под углом  $45^{\circ}$ , а малоценных под углом  $90^{\circ}$ .

*Валек* — самый ценный вид завитка. Он представляет собой группу шерстинок, образующих полную забитость, плотно прилегающих друг к другу и обращенных завитой стороной наружу. Валек может быть разной длины, ширины и высоты. Длина у длинного валька 7–6 см и больше, у среднего — 2–4, у короткого — 1–2 см. По ширине вальки делят на мелкие (2–4 мм), средние (4–8 мм) и крупные (более 8 мм). Самыми ценными считаются средние завитки.

По высоте выделяют полукруглые, плоские и высокие вальки. Полукруглые завитки относятся к наиболее ценным, у них высота равна ширине, у плоских высота меньше ширины, а высокие вальки характеризуются тем, что высота их больше ширины. Плоские завитки наименее ценные. Разновидность валковидных завитков — ребристые; забитость у них образована под острым углом. Архитектоника валька характеризуется тем, что шерстинки, образующие завиток разной длины выходят из кожи под углом  $45^{\circ}$ . Наиболее длинные составляют наружную часть завитка и образуют как бы замкнутый круг, а короткие шерстинки называются входящими и формируют внутреннюю часть завитка. Шерстинки расположены группами, поэтому между валковидными завитками имеются кожные швы, которые обуславливают четкость и рельефность рисунка.

*Боб* по архитектонике не отличается от валька, но завитки у него более короткие (1–1,2 см). По форме завиток напоминает зерно фасоли. Бобастые завитки не образуют оригинального и красивого рисунка смушка, поэтому они менее ценны, чем валковидные. Ягнят с бобастым завитком не зачисляют в элиту, а смушки не относят в лучшую группу (жакетная).

*Гривки* — завитки совершенно особого строения. Выходя из кожи, шерстинки, составляющие косичку-гривку, расходятся в разные стороны и образуют обычно широкие или узкие ребристые завитки. Узкие ребристые гривки более красивые, чем широкие. Сочетание вальков и гривок создает оригинальный и ценный рисунок шкурки.

*Кольцо* — малоценная форма завитка. Ось идет перпендикулярно, а плоскость завитка параллельно коже. Кольцо напоминает боб, размещенный в другой плоскости. Если шерстинки образующие кольцо, не смыкаются в круг, то завиток называется полукольцом. Ни кольцо, ни полукольцо не могут образовать четкий и красивый рисунок, смушки с такими завитками относятся к III сорту. Порошковидный завиток — разновидность кольцевидного завитка. Представляет собой небольшую косичку, верхняя часть которой образует мелкий плотный узелок, как бы *горошек*. Топоровидный завиток близок к порошковидному, но верхушки косичек формируют завиток в виде *штопора*.

*Улиткообразный завиток* — крупный рыхлый малоценный завиток, по форме напоминающий улитку. Деформированные завитки не имеют определенной формы, у них вихрастая неопределенная форма.

*Ласы* — совершенно гладкая шерсть на смушке, находится она в плахах и на брюхе, и это вполне нормально. Но бывают целые участки шкурки, покрытые ласами, что обесценивает смушки. Исключение составляет каракульча, которая характеризуется комбинацией мелких, но четких вальков с ласами, состоящими из короткой блестящей шерсти. Создается как называемая муаровость смушка напоминающая переливы на муаровой ленте.

*Фигурность смушка* — это размер его площади, покрытой завитками ценных форм. Если весь смушек покрыт вальковидными или бобастыми завитками, то такая фигурность считается высшей и условно обозначается 3/3. Если 2/3 площади смушка имеют ценные завитки, а на периферии расположены малоценные (кольцо, штопор, ласы), оценка фигурности 2/3; если только на поясице и крестце имеются ценные завитки, а на остальной поверхности — завитки малоценные, оценка фигурности 1/3. Сортность шкурок и класность ягнят тесно связаны с фигурностью смушка. В элиту могут быть зачислены только ягнята с оценкой фигурности 3/3, то же относится и к I сорту смушковых.

*Рисунок смушка* — качество, имеющее отношение только к вальковидным завиткам при фигурности 3/3. Различают параллельное расположение вальков (наиболее желательное), параллельно-концентрическое и беспорядочное.

*Густота завитков* — плотность размещения их на определенной площади смушка. При излишней густоте завитки сливаются друг с другом, рисунка не видно. Если завитки расположены друг от друга на слишком большом расстоянии, пространство между ними занимают ласы. Наиболее желательно средняя густота завитков. Плотность (упругость) завитков — способность в силу пластичности шерстинок длительное время сохранять свою форму и положение при различных механических воздействиях. Определяется она надавливанием на завитки рукой. Упругость более выражена у черных каракульских смушковых.

Шелковистость завитков зависит от толщины шерстинок, развития чешуйчатого слоя, жироплотности волосяного покрова. Шелковистость хорошо выражена у ягнят крепкой и плотной конституции.

Блеск придает нарядность меху. Желателен сильный люстровый блеск. Шкурки со стекловидным или матовым блеском даже при красивом завитке теряют свою привлекательность и оцениваются ниже.

Площадь смушка определяют путем умножения ширины на длину и выражают в квадратных сантиметрах. Для каракуля установлены следующие размеры площади смушковых сухосоленого консервирования, см<sup>2</sup>: крупные смушки — свыше 1100, средние — 900–1100 и мелкие — 500–900.

Плотность и толщина мездры имеют большое значение для оценки смушковых. Толсто мездровые смушки получают от ягнят грубой конституции, завитки у них обычно крупные, рыхлые, малоценные. Для смушковых хорошего качества желательна тонкая и плотная кожа. У очень тонкой кожи завитки очень мелкие. Ягненок смушковой породы сохраняет форму завитков всего несколько дней после рождения. Очень быстро завитки превращаются в косицы, у каракульских овец с возрастом шерсть седеет. Кроющий волос на голове и на конечностях остается всю жизнь без изменений и по нему можно определить цвет шерсти каракульской овцы. Поседение шерсти каракульских овец — полезное свойство, так как светлая шерсть может быть легко окрашена.

*Сортировка смушек* — чистопородный черный каракуль подразделяется, на три группы (жакетная, кавказская и ребристо-плоская) и три сорта.

Серые каракульские смушки сортируют по цвету на голубе, серебристые, темно-серые, черно-серые и светло-серые. По форме завитков шкурки серого каракуля разделяют на группы: полукруглая — преобладают вольковидные и бобастые завитки, общий рисунок отчетливо выражен; плоская — преобладают плоские завитки; ребристая — шкурки, как правило, имеют гривки и ребристые завитки; кавказская — завитки преимущественно бобастой формы. Цветной каракуль подразделяют на три сорта.

*Каракульча* — шкурки с каракульских эмбрионов с очень блестящим волосом и оригинальным рисунком, образующимся вследствие сочетания вальков и лас. Характерная особенность каракульчи — очень тонкая плотная кожа, сильный блеск, бархатистость. Шкурки, полученные от эмбрионов в возрасте 130–140 дней, называют каракуль-каракульчой (переходной сорт от каракульчи к каракулю). Шкурки, снятые с эмбрионов в возрасте 115–125 дней, имеющие гладкие короткие волосы без завитков, называют голяком. Каракульчу получают при выкидышах, убое старых суягных маток или их гибели.

При сортировке каракульчу разделяют на три сорта. К I сорту относят шкурки с блестящим плотным шелковистым волосом, с отчетливо выраженным муаровым рисунком на площади не менее 75%. На шкурках II сорта рисунок выражен слабее и на площади не менее 50%. К III сорту относят шкурки со слабым расплывчатым или четко выраженным рисунком, но на площади менее 50%. Каракульча пользуется повышенным спросом на международных пушных аукционах.



Исходя из вышеизложенного и учитывая разнообразия свойств каракулевых шкур нами разработаны новый технологический процесс обработки пушно-мехового сырья который состоит из следующих этапов:

- *отмочка сырья* — для обводнения шкур;
- *обрезка сырья* — для удаления некондиционных участков шкурок;
- *мойка* — для обезжиривания шкурок;
- *мездрение шкурок* — для снятия мездры со шкурки;
- *мойка после мездрения* — для удаления остатков жира;
- *дубление* — для укрепления кожаной части шкурки;
- *пролежка* — для усиления и продления процесса дубления;
- *жирование* — для придания эластичности шкурки;
- *сушка*;
- *откатка* — для размягчения шкурки;
- *разбивка* — для размягчения шкурки и придания соответствующей конфигурации шкурке;
- *додубление* — для увеличения температуры сваривания кожаной ткани перед кислотным крашением;

- *промывка*;
- *уморение* — подготовка шкурок к крашению;
- *протравление* — установление необходимого уровня кислотности в растворе;
- *крашение*;
- *солка-жирование* — для придания мягкости шкурке;
- *промывка* — для удаления излишков красителей;
- *сушка*;
- *откатка* — для удаления излишков красителей;
- *разбивка* — для размягчения шкурки;
- *обеспыливание*;
- *выценка шкур* — шитье порванных шкурок в процессе механического воздействия на сырье;
- *сортировка, упаковка готовой продукции*.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что реализация изложенного метода технологического процесса обработки каракулевых шкур способствует развитию конкуренции на мировом рынке услуг по переработке пушно-мехового сырья и приобретению опыта, в области не освоенных ранее современных технологий переработки меха.

### Литература:

1. Кузнецов Б. А. Каракуль и смушка, М., «Заготиздат», 1956.
2. Стефанович И. П. Технология меха, М., «Легкая индустрия», 1967.
3. Химия и технология кожи и меха. Под ред. проф. И. П. Страхова, М., «Легкая промышленность и бытовое обслуживание», 1985.

## Математическое моделирование системы: состав — структура — свойства

Мусаев Сайфулло Сафоевич, кандидат технических наук, доцент;

Самиева Гулноз Олимовна, ассистент;

Мусаева Лобар Сайфуллаевна, студент

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В данной статье приведены данные по оптимизации состава полимерных композиций для низа обуви на основе производных полиолефина.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, латинский куб, состав, свойства, полимерные композиции, пластифицирующая добавка, пластификатор, наполнитель, модифицированные композиции, обобщенный показатель качества, функция желательности

**Р**ешение многих проблем легкой промышленности стало возможным только благодаря созданию новых полимерных композиционных материалов с широким набором эксплуатационных свойств.

Во всем мире наблюдается стремительный рост производства и расширение ассортимента полимерных композиций. За последние годы достигнуты большие успехи в области полимерного рецептуростроения.

Однако, до настоящего времени еще не решен большой круг теоретических вопросов, скромны успехи в установлении количественных закономерностей, необходимых для научных прогнозов явления модификации.

В последнее время интенсивно проводятся эмпирические исследования по изучению совместного влияния наполнителей и пластификаторов на изменение показателей эксплуатационных и технологических свойств полимерной композиции. Данные зависимости сложны, поэтому для их описания целесообразно использовать математические модели, позволяющие успешно интерпретировать полученные результаты, оптимизировать рецептуру и регулировать величины показателей единичных свойств в зависимости от требований потребителей.



Поэтому целью данного этапа работы выявление границ изменения показателей эксплуатационных и потребительских свойств полимерной композиции на основе эластомер-термопласт и оптимизация рецептуры композиции с учетом всего комплекса требований, предъявляемых потребителями обуви для региона с сухим жарким климатом.

Предварительно были определены промышленные марки основных компонентов и их соотношения, типы и допустимы области содержания пластификаторов и наполнителей.

Для выполнения поставленной в разделе цели предложено использовать математический метод планирования эксперимента «Латинский куб второго порядка» (1) в сочетании с методом «Обобщенный показатель качества по функции желательности».

Метод математического моделирования — «Латинский куб второго порядка» позволяет оценить влияние всех исследуемых факторов на полимерную матрицу в 27 точках факторного пространства.

Рассмотрим трехкомпонентную систему: (каучук/термопласт) — (наполнитель) — (пластифицирующая добавка).

Исследовано влияние трех типов пластификаторов и девяти составов наполнителей, которые варьировали на трех уровнях, на изменение значений показателей свойств полимерной композиции.

Значения факторов и уровней их варьирования приведены в табл. 1 комплексный показатель качества разрабатываемого материала оценивали по 12 важнейшим единичным показателям качества, выявленных в результате экспертного опроса специалистов.

Таблица 1

Значение факторов и уровней варьирования

Наименование фактора	Обозначения фактора	Уровень варьирования								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип пластификатора	$X_1$	НМПЭ	АПП	ДОС						
Количество пластификаторов	$X_2$	5	10	15						
Количество наполнителей	$X_3$	10	15	20						
Состав наполнителя	$X_4$	М: К=1:1	ДМ	БС	М/К: ДМ=1:1	М/К: ДМ=1:0,5	М/К: ДМ=0,5:1	ДМ: БС=1:1	ДМ: БС=1:0,5	ДМ: БС=0,5:1
Примечание: НМПЭ — низкомолекулярный полиэтилен, АПП — атактический полипропилен, ДОС — диоктилсебацат, М — мел, К — каолин, ДМ — древесная мука, БС — белая сажа										

Исходя из специфических требований, предъявляемых к полимерному низу обуви, эксплуатируемой в условиях сухого жаркого климата, были выбраны значения единичных показателей, соответствующие двум базовым отметкам на шкале желательности (табл. 2).

Таблица 2

Преобразование значений свойств композиций в частную функцию желательности

Свойства композиций	$Y_{1'}$ МПа	$Y_{2'}$ , %	$Y_{3'}$ , %	$Y_{4'}$ , °C	$Y_{5'}$ кН/м	$Y_{6'}$ Вт/м·к	$Y_{7'}$ , усл. ед	$Y_{8'}$ , г/ см <sup>3</sup>	$Y_{9'}$ , усл. ед	$Y_{10'}$ , Дж/мм <sup>3</sup>	$Y_{11'}$ , тыс. ц.	$Y_{12'}$ , Па·с
Значение свойств в натуральных величинах	5,0 ÷ 0,5	350 ÷ 20	25 ÷ 60	130 ÷ 60	2,7 ÷ 0,8	0,2 ÷ 0,5	0,7 ÷ 0,2	0,9 ÷ 1,3	70 ÷ 40	12 ÷ 5	100 ÷ 150	2,0 ÷ 5,0
Числовые отметки по шкале желательности, d	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2	0,8 ÷ 0,2

Показатели, приведенные в табл. 2, использованы при построении графика функции желательности и шкалы оценок показателей качества (рис. 1).

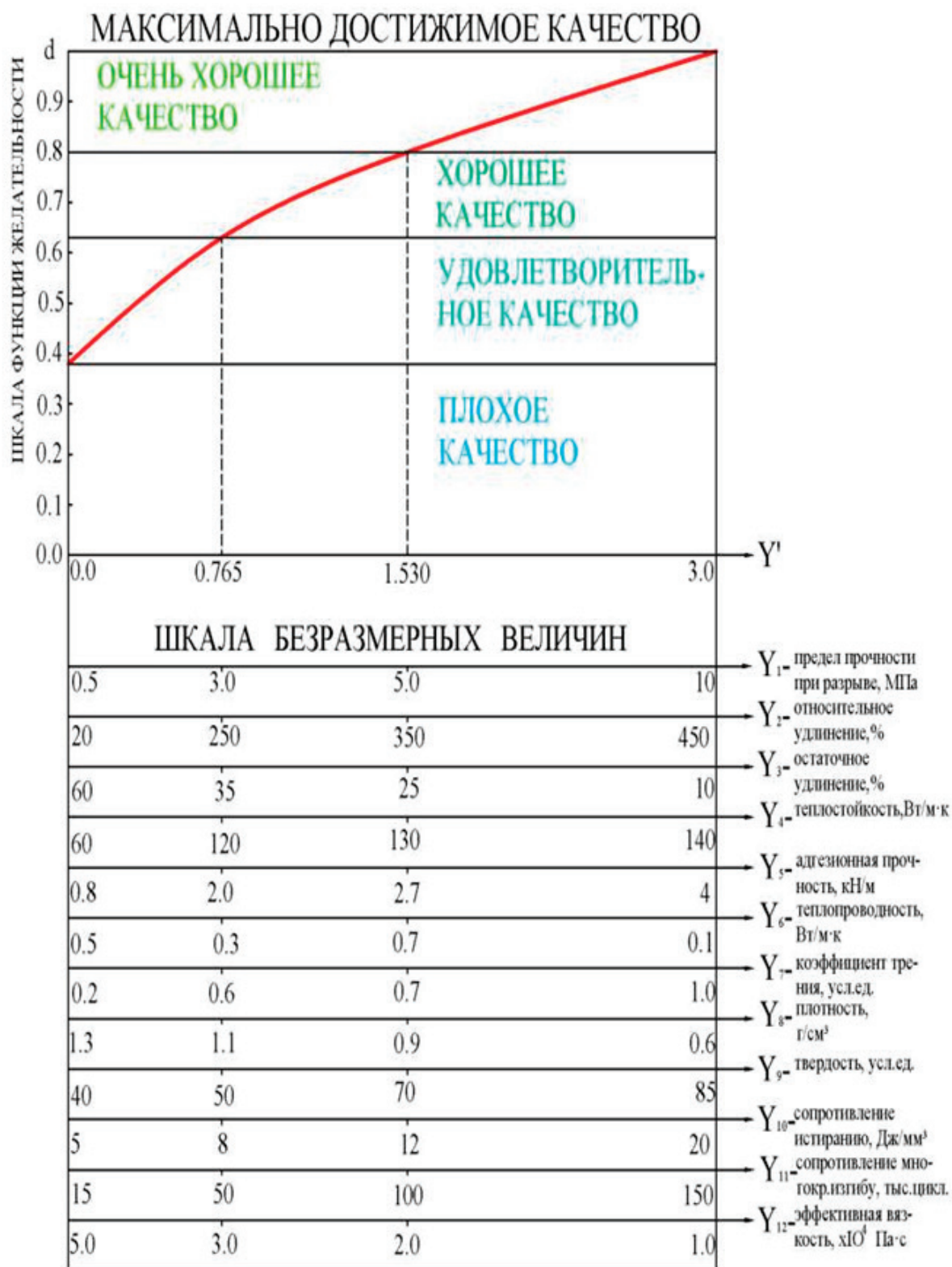


Рис. 1. Функция желательности и шкала оценок показателей качества полимерной композиции для низа обуви

Для решения оптимизационной задачи по научно-обоснованному выбору состава подошвенной композиции для изготовления низа обуви составлена программа расчета показателей обобщенного критерия качества.

Полученная математическая модель обобщенного показателя качества ( $D$ ), для исследуемой области наполнения, имеет вид:

$$D = \exp \left[ -\frac{1}{12} \left( \begin{aligned} &0.131 \exp(1.90 - 0.27Y_1) + 0.121 \exp(5.50 - 0.016Y_2) + 0.111 \exp(-4.06 + 0.21Y_3) + \\ &+ 0.100 \exp(21.45 - 0.16Y_4) + 0.086 \exp(3.70 - 1.0Y_5) + 0.081 \exp(-6.11 + 48.66Y_6) + \\ &+ 0.072 \exp(5.68 - 6.70Y_7) + 0.067 \exp(-2.76 + 4.40Y_8) + 0.063 \exp(11.17 - 0.14Y_9) + \\ &+ 0.06 \exp(3.80 - 0.21Y_{10}) + 0.055 \exp(6.65 + 0.062Y_{11}) + 0.053 \exp(-1.31 + 1.34Y_{12}) \end{aligned} \right) \right]$$

где  $Y_1 \cdots Y_{12}$  — натуральные значения показателя качества.

Результаты проведенных экспериментов (в натуральных значениях) и обобщенный показатель функции желательности представлены в табл. 3.

Полученные результаты исследований позволили определить границу изменения показателей качества.

Как видно из результатов расчета, потребительские и технологические свойства подошвенной композиции изменяются в широком диапазоне в зависимости от наполнения. Интересно отметить, что модифицированные композиции в исследуемой области наполнения во всех случаях удовлетворяют требованиям потребителей, то есть значения обобщенной функции желательности находятся в пределах:  $0,55 < D < 1,0$ , что соответствует хорошему качеству полученной продукции [2].

Для выделения факторов, существенно влияющих на показатели качества подошвенных композиций, проведен дисперсионный анализ полученных результатов в предположении линейной математической модели:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_q + \delta_l + \xi_{ijkl}$$

Где  $\mu$  — общее среднее;  $\alpha_i$  — эффект фактора  $X_1$  на  $i$  — м уровне,  $i=1,2,3,\dots,p$  — 1;  $\beta_j$  — эффект фактора  $X_2$  на  $j$  — м уровне,  $j=1,2,3,\dots,p$  — 1;  $\gamma_q$  — эффект фактора  $X_3$  на  $q$  — м уровне,  $q=1,2,3,\dots,p$  — 1;  $\delta_l$  — эффект фактора  $X_4$  на  $l$  — м уровне;  $\xi_{ijkl}$  — случайная ошибка эксперимента.

В соответствии с методикой проведения дисперсионного анализа для всех показателей качества  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{12}$  подсчитывали влияние исследуемого фактора на всех уровнях.

Значимость влияния факторов  $X_1, X_2, X_3, X_4$  проверяли по критерию Фишера. Табличные значения критерия Фишера для уровня значимости  $P=0,05$  и чисел степеней свободы сравниваемых дисперсий при  $f_1=2$  и  $f_2=12$  соответствует  $F_{\text{табл}}=3,9$ .

Для выбора оптимальных рецептур композиции эффекты факторов на разных уровнях были сопоставлены при помощи множественного рангового критерия Дункана (3).

Оптимальные составы композиций выбраны на основании факторного анализа обобщенной функции желательности  $D$ . Для доказательства достоверности полученных результатов определена нормированная ошибка среднего значения  $D$ .

На основании дисперсионного и факторного анализов определен характер влияния факторов на качественные показатели, разрабатываемых полимерных материалов для низа обуви.

Таблица 3

Значение единичных показателей и обобщенного показателя качества по модели латинского куба второго порядка

X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	D
				4,62	480	20	137	2,00	0,120	0,80	0,92	82	16,8	135	21300	0,810
1	2	1	5	5,92	500	22	133	2,47	0,117	0,90	0,90	82	17,0	150	19000	0,850
1	3	1	9	3,15	260	20	128	1,02	0,109	0,60	0,84	70	10,8	80	14900	0,670
2	1	1	2	5,51	448	11	136	1,53	0,111	0,80	0,85	72	18,6	142	20400	0,820
2	2	1	6	4,90	456	15	132	1,44	0,113	0,80	0,87	74	13,7	130	18700	0,800
2	3	1	7	3,76	327	16	127	1,27	0,114	0,60	0,87	68	16,7	85	15600	0,700
3	1	1	3	4,63	396	14	135	1,35	0,118	0,80	0,91	76	16,5	110	17400	0,780
3	2	1	4	6,38	487	11	130	1,89	0,111	1,10	0,86	78	18,8	145	16100	0,870
3	3	1	8	4,74	445	19	125	1,45	0,109	0,90	0,84	74	18,0	125	12600	0,820
1	1	2	4	6,38	464	23	138	1,58	0,117	1,00	0,91	84	19,3	146	17900	0,830
1	2	2	8	3,91	336	25	134	1,62	0,097	0,50	0,75	70	9,4	100	13700	0,700
1	3	2	3	2,35	168	28	129	1,16	0,101	0,50	0,78	64	8,3	60	10600	0,550
2	1	2	5	5,90	480	16	135	2,63	0,112	1,00	0,82	78	19,5	132	15200	0,910
2	2	2	9	4,27	372	13	134	2,47	0,107	0,80	0,84	80	14,8	120	14900	0,830
2	3	2	1	5,69	467	19	129	1,17	0,125	0,90	0,95	82	17,6	135	15200	0,820
3	1	2	6	5,86	489	15	135	2,46	0,104	0,90	0,80	70	18,3	148	13700	0,900
3	2	2	7	6,14	521	21	132	1,91	0,108	1,00	0,84	80	17,5	140	14700	0,860
3	3	2	2	4,65	414	15	126	1,26	0,107	0,80	0,83	72	13,3	130	13100	0,790
1	1	3	7	4,24	332	24	138	2,25	0,119	0,70	0,91	82	15,9	125	16300	0,780
1	2	3	2	3,22	225	20	137	1,97	0,121	0,60	0,91	84	9,4	70	13200	0,680
1	3	3	6	4,60	380	28	135	2,58	0,117	0,80	0,90	86	14,0	85	13900	0,810
2	1	3	6	3,46	292	18	138	3,12	0,092	0,60	0,73	64	7,8	55	13300	0,710
2	2	3	3	3,28	269	21	136	2,20	0,096	0,40	0,77	76	7,4	50	14600	0,660
2	3	3	4	3,39	320	22	134	1,56	0,099	0,70	0,79	62	8,0	58	13500	0,720
3	1	3	9	5,53	460	19	140	2,55	0,110	0,90	0,82	74	18,0	137	15700	0,890
3	2	3	1	6,50	525	28	135	1,05	0,130	1,10	0,98	78	19,7	151	16200	0,810
3	3	3	5	5,65	468	18	131	1,24	0,121	1,00	0,92	76	19,2	143	14800	0,830

Определено, что фактор  $X_1$ ,  $X_3$  и  $X_4$  имеют различное влияние на показатели качества, а фактор  $X_2$  (количества пластификатора) незначим для всех показателей качества.

По степени влияния фактора  $X_1$  (тип пластификатора) на показатели свойств можно расположить в следующем порядке: ДОС > АПП > НМПЭ.

Для фактора  $X_3$  (количество наполнителя) по степени влияния на качество полимерной композиции расположены в таком порядке: 15 масс. ч. > 10 масс. ч. > 20 масс. ч.

Показатели качества подошвенных композиций в широком диапазоне меняются благодаря типу наполнителей, вводимых в состав композиций. По степени влияния фактора  $X_4$  (тип наполнителя) можно расположить в следующий ряд: (мел/каолин=1/0,5) > (древесная мука/белая сажа=0,5/1,0) > (мел/каолин/древесная мука=1/1) > (мел/каолин) > (древесная мука/белая сажа=1/1) > (древесная мука) > (древесная мука/белая сажа=1/0,5) > (белая сажа).

Таким образом, влияние факторов в указанной области исследования можно расположить в таком порядке:  $X_1 > X_3 > X_4 > X_2$ .

На основании дисперсионного и факторного анализа нами были выбраны следующие композиции, имеющие наибольшим значением  $D$ : № 13  $D=0,91$ ; № 16  $D=0,90$ ; № 25  $D=0,89$ , что по комплексу двенадцати исследованных показателей качества соответствует критерию «отличное качество». Рецепт оптимальных композиций представлена в табл. 4.

Таблица 4

Рекомендуемые рецептуры полимерных композиций для низа обуви

№ пп	Наименование ингредиентов	Рецептура, масс. ч.		
		№ 1 $D=0,91$	№ 2 $D=0,90$	№ 3 $D=0,89$
1	ТЭПК	70	70	70
2	ПП	30	30	30
3	Малеиновый ангидрид	2	2	2
4	Мел	5	2,5	-
5	Каолин	5	2,5	-
6	Древесная мука	5	10	7
7	Белая сажа	-	-	13
8	Атактический полипропилен	5	-	-
9	Диоктилсебасинат	-	5	5
10	Оксид цинка	3,5	3,5	3,5
11	Стеарин технический	0,70	0,70	0,70
12	Каптакс	0,35	0,35	0,35
13	Тиурам	0,70	0,70	0,70
14	Стабилизатор	0,35	0,35	0,35
15	Сера	1,40	1,40	1,40

Таким образом, экспериментально выявлена область регулирования эксплуатационных и технологических свойств полимерной матрицы на основе производных полиолефинов методом наполнения, установлена количественная закономерность изменения единичных показателей качества и определены оптимальные составы наполненной композиции [4].

Полученные математические модели зависимости свойств наполненных композиций от состава наполнитель/пластификатор и процедур оптимизации рецептуры композиции можно использовать для автоматизированной системы управления качеством полимерных композиционных материалов на основе каучук/пластик.

## Литература:

1. Перспективные искусственные материалы для низа обуви. — М.: Химия, 2001. — 184 с.
2. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. Пер. с англ. / Под ред. Ю. К. Годовского. — М.: Химия, 1999. — 440 с.
3. Кулезнев В. Н. Смеси полимеров. — М.: Химия, 2000. — 304 с.
4. Kautchuk and Gummi Kunststoffe. — 2003. v/ 36, № 3. — P. 181.

# ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Оценка перспективных сортов картофеля

Войцеховский Владимир Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (г. Киев)

Слободяник Галина Яковлевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Уманский национальный университет садоводства (Украина)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Уральский государственный аграрный университет (г. Екатеринбург)  
Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса (г. Москва)

Сметанская Ирина Николаевна, доктор инженерных наук, профессор  
Университет прикладных наук Wiehenstephan-Triesdorf (г. Фрайзинг, Германия)

*Представлены результаты оценки клубней картофеля разных сортов среднеранней группы спелости. Установлены, наиболее ценные: Добровичин, Горизонт, Свитанок киевский, Фантазия, которые целесообразно использовать для эффективного выращивания, хранения и переработки.*

**Ключевые слова:** картофель, урожайность, химический состав, сорт, качество

**А**ктуальными вопросами в АПК являются: технологии, методы оценки и реализация продукции [4–9].

Целью наших исследований было провести комплексную хозяйственную оценку распространенных сортов картофеля среднеранней группы спелости и рекомендовать их для эффективного выращивания в зоне Лесостепи Украины.

**Методика исследований.** Исследования проводились на кафедре технологии хранения, переработки и стандартизации продукции растениеводства им. проф. Б.В. Лесика НУБиП Украины. При оценке качества клубней картофеля среднеранней группы спелости учитывались следующие хозяйственные показатели: урожайность на 40–45 день после всходов; урожайность в конце вегетации, устойчивость к основным болезням, вредителям, среднее содержание крахмала в клубнях и вкусовые качества. Оценивали клубни следующих сортов: Водограй, Дара, Добровичин, Забава, Свитанок киевский, Фантазия, Поляна, Горизонт, Малинская белая. Отбор наиболее ценных образцов картофеля проводили путем ранжирования показателей и суммирования полученных условных номеров (баллов) для каждого сорта-образца, полученные результаты обрабатывались статистическими методами [1–3].

**Результаты и обсуждение.** При оптимальном уходе можно получить достаточно высокие урожаи (рис. 1). Для получения дополнительной прибыли имеет существенное значение первый урожай клубней после 40–45 суток, так как цена на такую продукцию выше. Среди исследуемых

сорт ранний урожай более 16 т/га имели сорта Забава и Водограй, более 13 т/га — Добровичин и Горизонт. Остальные сорта имеют более низкий выход ранней продукции. Самая высокая общая урожайность в конце вегетации более 50 т/га имеют сорта — Горизонт и Водограй, у остальных сортов — этот показатель выше 40 т/га. В то же время следует отметить, что такой высокой урожайности можно достичь, только при существенной агрохимической, пестицидной нагрузке и соответствии погодных условий, такой картофель может соответствовать требованиям действующее нормативной документации, но никак не попадает в категорию органической. Статистическая обработка данных урожайности установила средней силы прямую зависимость между ранней продукцией и объемом в конце вегетации ( $r=0,49$ ).

Одним из важнейших показателей клубней картофеля является содержание крахмала, так как он напрямую связан с вкусовыми и технологическими свойствами клубней (рис. 2). Среди исследуемых образцов картофеля наибольшую концентрацию крахмала содержат клубни сортов Горизонт, Фантазия и Свитанок киевский (18–19%), более 14% — Малинская белая, Забава, Дара и Добровичин (14–15,7%), у остальных сортов этот показатель ниже (рис. 2).

Для потребителя приоритетными являются вкусовые качества приготовленных блюд с картофеля. Для этого оценивали клубни картофеля в свежем (внешний вид, запах) и вареном (вкус, аромат, консистенция) виде. Почти все сорта имеют высокие органолептические по-



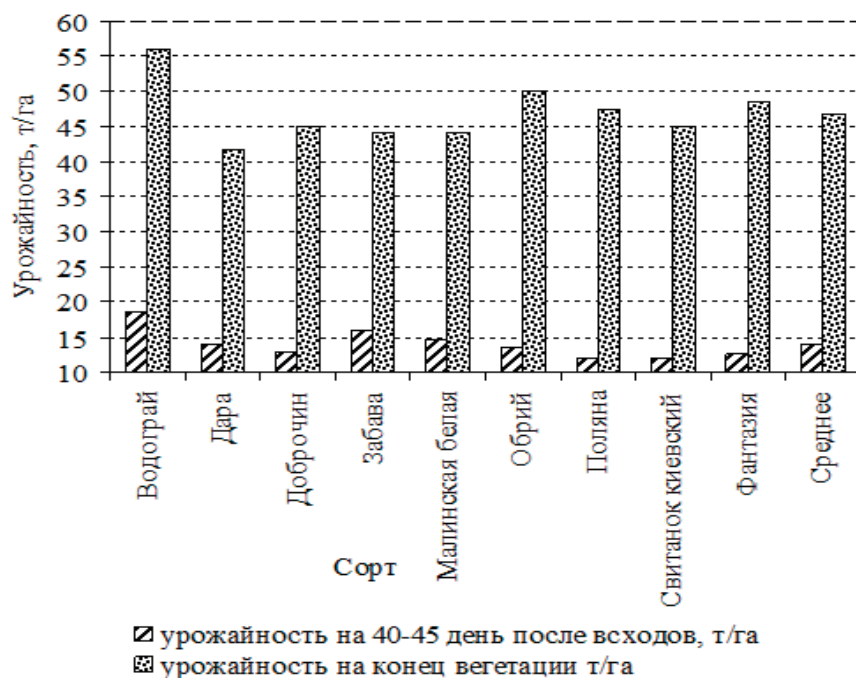


Рис. 1. Урожайность картофеля

казатели, но более 4,5 балла имеют клубни сорта Свитанок киевский, а ниже 4 баллов только — Водограй и Дара. Выявлена прямая зависимость между содержанием крахмала и вкусовыми качествами клубней картофеля ( $r = 0,74 \pm 0,12$ ).

При подборе сорта для промышленного выращивания целесообразно учитывать устойчивость растений к основным распространенным вредителям и болезням. Нами проанализированы следующие параметры исследуемых сортов: различные биотипы рака, фитофтороз, альтернариоз, парша обыкновенная, кольцевая гниль,

мокрая гниль, бактериальные болезни, вирусные болезни, стеблевые нематоды, колорадский жук. Среди исследуемых сортов к наиболее устойчивым отнесли: Дара и Свитанок киевский; немного ниже этот показатель у сортов Доброчин и Забава. Остальные сорта оказались наименее устойчивы.

**Выводы.** Проведенная работа позволила выделить более перспективные сорта для эффективного выращивания, хранения и переработки, это сорта: Доброчин, Горизонт, Свитанок киевский, Фантазия. Полученные данные целесообразно использовать при планировании

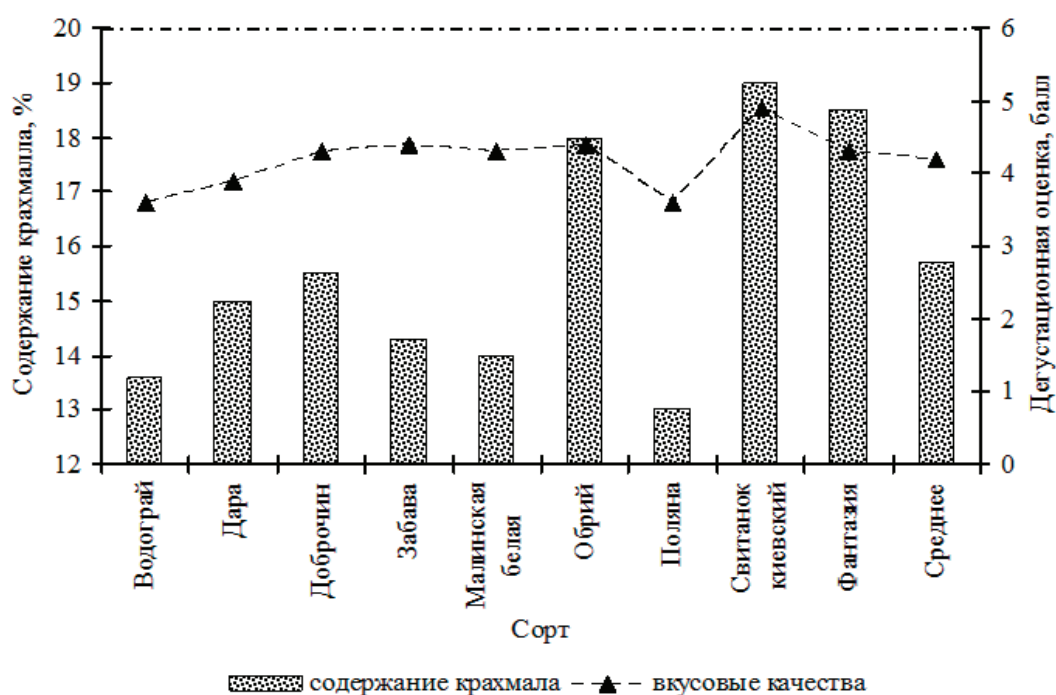


Рис. 2. Содержание крахмала и дегустационная оценка клубней картофеля

эффективного выращивания картофеля данной группы созревания. В дальнейших исследованиях целесоо-

бразно расширить список сортов данной группы созревания и перечень изучаемых показателей.

## Литература:

1. Савчук Н. Т., Подпратов Г. И., Скалецкая Л. Ф., та ін. Технохімічний контроль продукції рослинництва /За редакцією Л. Ф. Скалецької. — К.: Арістей, 2004. — 230 с.
2. Ходаківський Є.І., Положенець В.М., Чуб Д.В. Виробництво та споживання картоплі /Є.І. Ходаківський, // Економіка АПК. — 2006. — № 7. — С. 109–112.
3. Войцеховский В. И., Сметанская И. Н., Войцеховская Е. В., Ребезов М. Б. Организационные особенности повышения эффективности уборки и закладки на хранение картофеля // Молодой ученый. 2016. № 21 (125). С. 276–279.
4. Войцеховский В. И., Сметанская И. Н., Слободяник Г. Я., Ребезов М. Б. Результаты исследований консервированной продукции из земляники садовой: В сборнике: Качество продукции, технологий и образования // Материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию кафедры стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания. Магнитогорск, 2016. С. 45–47.
5. Войцеховский В. И., Слободяник Г. Я., Ребезов М. Б. Современная технология хранения капусты белокочанной // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 678–682.
6. Войцеховский В. И., Слободяник Г. Я., Ребезов М. Б., Сметанская И. Н. Экономическая эффективность товарного картофеля после длительного хранения // Вопросы экономики и управления. 2017. № 2 (9).
7. Войцеховский В. И., Слободяник Г. Я., Ребезов М. Б., Войцеховская Е. В., Сметанская И. Н. Пищевая ценность и безопасность плодов баклажана // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 115–118.
8. Войцеховский В. И., Сметанская И. Н., Войцеховская Е. В., Ребезов М. Б. Биологическая ценность плодов среднеспелых и среднепоздних сортов перца сладкого // Молодой ученый. 2016. № 21 (125). С. 274–276.
9. Токарь А. Е., Руда Н. С., Ребезов М. Б., Войцеховский В. И. Экономическая эффективность переработки плодов и ягод на некрепленые виноматериалы // Вопросы экономики и управления. 2015. № 2 (2). С. 96–100.

## Переработка продуктов убоя оленей на современном этапе

Углов Владимир Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

Бородай Елена Валерьевна, ведущий научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (г. Новосибирск)

Принятие Правительством РФ Государственной Программы № 366 от 21.04.2014 г. «Социально-экономическое развитие Арктической зоны на период до 2020 г», а также Государственной Программы «Развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельхозпродукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 г.» несомненно вызовет кардинальное улучшение качества жизни и социальных условия хозяйственной деятельности в Арктической зоне.

Предполагается увеличение добычи полезных ископаемых, развитие транспортной инфраструктуры, рыбохозяйственного комплекса, повышение занятости местного населения. Все это вызовет приток новых трудовых ресурсов, и соответственно встанут проблемы рационального и сбалансированного питания населения.

В решении проблемы питания населения Крайнего Севера, безусловно решающая роль будет принадлежать оленине. Однако под влиянием целого ряда неблагоприятных социально-экономических изменений в РФ в 1990г поголовье оленей в ряде Северных регионов уменьшилось с 2260 тыс. голов до 1571 тыс. голов в 2011 г. И только сейчас в результате Государственной поддержки оно начинает постепенно возрождаться. По

крайне мере Государственной Программой развития сельского хозяйства на период 2013–2020 г. предусматривается увеличение поголовья оленей. Из этого следует вывод, что ресурсы оленины ограничены и, следовательно, необходимо рационально и с максимальной пользой использовать этот уникальный по своим биологическим показателям мясной ресурс [1].

Расходы на вывоз, хранение и реализацию продукции оленеводства повысили себестоимость и привели к убыточности отрасли. Снижение уровня государственной поддержки вызвали резкий спад производства в 1990 годы. Теперь назрела задача перевести оленеводство из убыточной в развивающуюся доходную отрасль. И объективные предпосылки для этого существуют. Достаточно сказать, что Россия единственная страна в мире, располагающая уникальными мировыми запасами природных ресурсов для развития оленеводства. Кроме того, по расчетам экспертов 2/3 мирового поголовья оленей сосредоточено в России.

Безусловно, экспорт свежемороженой оленины является важным фактором в развитии экономики северных регионов и здесь намечается положительная тенденция. К 2018 г. по экспертным оценкам экспорт оленины планируется на уровне 531,3 тыс. т.

Однако производство разнообразных мясопродуктов из оленины позволит насытить собственный рынок полноценными продуктами и, в принципе, также выйти на европейский рынок, но для этого нужна коренная модернизация всей перерабатывающей отрасли на Крайнем Севере. По нашим данным число современных перерабатывающих предприятий ограничено и они, в основном, расположены в европейской части Крайнего Севера (Архангельская, Мурманская области, Ямало-Ненецкий АО). По нашему мнению, необходима комплексная программа развития всей перерабатывающей отрасли с поддержкой на государственном уровне. Частично решение этой проблемы уже находит отражение в ведомственных целевых программах развития (например, в республике Саха-Якутия) отдельных северных регионов [2]. В данной программе предусматривается, например, концептуально выработка продукции оленеводства по евросертификатам, с выходом этой продукции на российский и внешний рынок. Программой предусматривается также глубокая переработка прочей продукции оленеводства (панты, бой рогов, молоко, кровь и эндокринно-ферментное сырье). В Ямало-Ненецком АО развивается система агрохолдингов с целью централизовать забой оленей, хранение и продажу мяса за пределы Ямала.

В решении задачи полноценного питания населения северных регионов значительная роль отводится нормативной документацией на мясопродукты из оленины. Заложенные в них показатели напрямую влияют на качество готовой продукции.

В современной нормативной документации на продукты из оленины должны быть предусмотрены новые прогрессивные режимы обработки сырья, например, учитывающие его реологические характеристики [3,4].

Нормативная документация, разработанная Сибирским научно-исследовательским и технологическим институтом переработки сельскохозяйственной продукции основана на анализе морфологического и биохимического состава оленины различных половозрастных групп в отдельных регионах Крайнего Севера (Якутия, Магаданская область, Камчатка, Чукотский АО), Мурманской области, Красноярского Края и соответствует требованиям Таможенного Союза. Она включает целый комплекс мясопродуктов, охватывающий все грани их ассортимента.

Изделия колбасные варёные из оленины ТУ 9213–037–23611999–2015 (взамен ТУ 9213–037–23611999–2010) (колбасы вареные, сосиски, сардельки, мясной хлеб). Мясное сырье используют из различных частей оленьей полутуши в охлажденном, замороженном или замороженном состоянии. Замороженное мясо размораживают в соответствии с действующими технологическими инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

Технология производства предусматривает разделку, обвалку, жиловку оленины. Посол мяса проводят в кусках или шпите. Термическая обработка включает подсушку, обжарку, варку и охлаждение. Выход готовых колбасных изделий (в % к массе несоленого сырья) колеблется в сле-

дующих пределах: вареные колбасы 100–116, сосиски 95–118, сардельки 116–126, мясной хлеб 100–111.

Сроки хранения вареных колбас в зависимости от типа оболочки составляет 60 сут., сосисок, сарделек не более 20 сут., мясных хлебов — 6 сут.

Изделия колбасные из оленины ТУ 9213–024–23611999–2015 (взамен ТУ 9213–024–23611999–2006) (Колбасы сырокопченые, сыровяленые, полукопченые, варено-копченые, копчено-вареные).

Для производства данной группы колбас применяют оленину 1с или односортную. Мышечную ткань измельчают на волчке с диаметром отверстий 3–6 мм. Для варено-копченых колбас в рецептуру включают свинину полужирную и шпик боковой. Жировую оленину солят в кусках, шпите или мелкоизмельченном виде. Посоленное сырье выдерживают при 3...10°C в течение 5–7 сут. Подготовленные батоны подвергают осадке и сушке.

Термическую обработку полукопченых и варено-копченых колбас проводят в стационарных обжарочных, варочных и копильных камерах. Сырокопченые колбасы подвергают сушке при общей продолжительности процесса 5–8 сут. в зависимости от диаметра оболочки, для суджика 10–15 сут. Готовые колбасы охлаждают и направляют на заморозку до достижения в толще продукта от –10С до –18С.

Выход полукопченых колбас составляет 85–90%, сырокопченых 60–70%, варено-копченых 75–85%, копчено-вареных 65%.

Продукты из оленины копчено-запеченные, сырокопченые, варено-копченые

ТУ 9213–021–23611999–2015 (взамен ТУ 9213–021–23611999–06) (филей, балык, окорок, шейка, рулеты, мясо прессованное).

Для производства деликатесов из оленины используют: спинную и поясничную мышцу, тазобедренную часть оленины, мышечную часть из шейной части, плечелопаточную часть, пояснично-подвздошную мышцу. Для выработки рулетов применяют шпик свиной боковой и фарш, изготовленный из жировой оленины 1с. Посол мясного сырья для деликатесов проводят различными способами в зависимости от вида конечного продукта, шприцевание рассолом, натирка поверхности посолочной смесью со специями. Далее сырье заливают рассолом и после выдержки и стекания сырье подвергают варке в термоагрегатах до температуры внутри продукта 72°C и затем копчению. По завершении указанных технологических операций продукты охлаждают до температуры в толще продукта не выше 8°C, упаковывают и направляют на хранение.

Выход продуктов из оленины в % к массе несоленого сырья составляет 66–92% в зависимости от вида продукта и технологии его изготовления.

Технические условия на отруба и оленину жилованную в блоках обеспечивают рациональную переработку сырья на убойных пунктах в местах непосредственного забоя или отстрела оленей.

Отруба из оленины на кости замороженные ТУ 9211–032–23611999–2016 (взамен ТУ 9211–032–

23611999–08). Отруба из оленины выпускают в следующем ассортименте: лопаточная часть; лопатка; грудинка; реберная часть; спинная часть; задняя нога с бедренной и берцовой костью и прилегающими мышцами; мясо на кости (крестцовая часть); пашина; голень; рулька; шея.

Блоки замороженные из оленины ТУ 9211–031–23611999–08. Блоки в зависимости от используемого основного сырья выпускаются в следующем ассортименте: окорок олений бескостный, филей олений, оленина жилованная 1 с; оленина жилованная 2 с; оленина односортовая.

Хранят замороженные отруба и блоки при температуре воздуха от — 18 до -25°C от 12 до 18 месяцев.

По нашему мнению производство мясных блоков из оленины позволит обеспечить сырьем перерабатывающие предприятия и значительно сэкономить на перевозках, что принципиально важно для Крайнего Севера.

Технические условия на оленину сушеную (Оленина сушеная «Турист»

ТУ 9213–009–23611999–04) дают возможность производить полноценные продукты питания с гарантированными сроками хранения свыше 12 месяцев, что позволит обеспечить дополнительным питанием специализированные группы населения (геологи, нефтяники, туристы и др.)

Ассортимент, представленный в технических условиях, дает возможность перерабатывающим предприятиям полностью использовать все сырье, получаемое при разделке оленины для производства полноценных мясoproductов, обладающих диетическими свойствами. Разработанные мясoproductы могут быть использованы для питания различных групп населения, как для общего, так и лечебно-профилактического питания, что связано с высоким содержанием в оленине белка (свыше 20%, пониженной калорийностью и низким содержанием жира — не более 10%).

### Литература:

1. Сусь И. В. Оленина — дополнительный источник сырья мясной промышленности // Все о мясе. — 2012. — № 3. — С. 5–9.
2. Окороков А. И. О состоянии и развитии домашнего северного оленеводства в республике Саха (Якутия) // Вестник СВФУ. — 2013. — т. 10. — № 3. — С. 37–41.
3. Донченко А. С., Шелепов В. Г., Неустроев М. П. и др. Технология производства продукции северного оленеводства // Россельхозакадемия, Сибирское отделение, ГНУ НИИСХ Крайнего севера. Норильск. — 2013. — 110 с.
4. Полянская Е. В. Особенности переработки мяса северных оленей. Технология и оборудование химической и биотехнологической промышленности // Бийск. Алтайский ГТУ. — 2019. — С. 341–349.

## Пищевые волокна и порошок топинамбура в производстве диабетического крекера

Умирзакова Сахипжамал Хамидовна, кандидат технических наук, доцент;  
Солтыбаева Бегзада Еркинбековна, доктор PhD, и.о. доцента;  
Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (Казахстан)

*Разработана технология производства крекера диабетического питания с применением растительной клетчатки Витацель WF-600R и порошка топинамбура, обоснована целесообразность использования порошка топинамбура и растительной клетчатки и подсластителя стевиозид при разработке новых сортов мучных кондитерских изделий.*

**Ключевые слова:** порошок топинамбура, растительная клетчатка Витацель WF-600R, подсластитель стевиозид, технология, рецептура, мучные кондитерские изделия

**В** производстве мучных кондитерских изделий функционального назначения стоит задача совершенствования ассортимента новых видов изделий со сниженной сахароемкостью, повышение пищевой и биологической ценности продуктов питания, создание новых ресурсосберегающих технологий [1].

Целью работы является разработка рецептуры крекера диабетического питания с использованием порошка топинамбура и растительной клетчатки Витацель WF-600R, что позволит обогатить изделие уникальным

набором нутриентов, повысить пищевую ценность и придаст продукту функциональные свойства. Необходимо было определить оптимальные дозировки добавок и способ приготовления крекерного теста, исследовать влияние добавок на показатели качества крекера. Содержание пищевых волокон в мучных кондитерских изделиях недостаточно.

Пищевые волокна являются пребиотиками обеспечивают избирательную стимуляцию и рост активности микрофлоры пищеварительного тракта.



Растительная клетчатка Витацель WF-600R представляет собой порошкообразное мелкозернистое вещество белого цвета, полученное из колосистой части пшеничного зерна, текучей сыпучестью и насыпным весом. В порошке содержание балластных веществ целлюлозы и гемицеллюлозы 60–98%, причем 60–87% из них нерастворимые и 2% растворимые, водопоглотительная способность 1:5–1:8, высокая жиросвязывающая способность [2].

В производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий применяют порошок, полученный из чипсов клубней топинамбура. Биологическая ценность порошка топинамбура заключается в содержании в его составе фруктозанов, инулина, пектиновых веществ, клетчатки.

В порошке топинамбура высокое содержание полисахаридов инулиновой природы — 72–77%, содержание белков до 7%, жиров — 0,3–0,7%, пектиновых веществ — 1,1%, клетчатки — 7%, витамины B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, PP.

Вкусовые качества придают органические кислоты: яблочная, фумаровая, лимонная. Макро и микроэлементы (железо, кремний, калий, фосфор, кальций, магний, марганец, цинк, медь, никель) находятся в усвояемой форме.

Белки представлены незаменимыми аминокислотами: аргинин, лейцин, гистидин, изолейцин, лейцин, треонин, метионин, триптофан, фенилаланин.

Пектины являются детоксицирующим средством связывания солей тяжелых металлов.

Инулин и фруктозаны порошка топинамбура играют немаловажную роль в пищеварении больных сахарным диабетом. Инулины и промежуточные продукты его ферментативного расщепления не обладают восстанавливающими свойствами. При кислотном и ферментативном гидролизе образует Д-фруктозу и небольшое количество глюкозы [3].

Фруктоза без участия инсулина замещает глюкозу в обменных процессах и облегчает прохождение глюкозы внутрь клетки, что способствует снижению сахара в крови. Инулин является сорбентом, связывающий и выводящий из организма большое количество токсических и балластных веществ, стимулирует двигательную активность желудочно-кишечного тракта. Клетчатка и инулин в желудке адсорбирует глюкозу, уменьшает образование глюкозы, что приводит к выработке собственного инсулина клетками поджелудочной железы, которому способствуют минеральные вещества: кремний, цинк, марганец, калий [4].

Органические полиоксикислоты нейтрализуют влияние свободных радикалов и недоокисленных продуктов обмена, повышает устойчивость организма к инфекции.

При разработке рецептуры крекера необходимо было выяснить какой порошок, в зависимости от способа его производства необходимо применять в производстве диабетических изделий. Порошок получают из высушенных чипсов клубней топинамбура (ПТ) или полученный из топинамбуровой массы путем его ферментативного гидролиза ферментом инулавамаарином и др (ПТФ) [5].

Порошок топинамбура (ПТФ) полученный с ферментативным гидролизом компонентов топинамбуровой массы в своем составе высокое содержание фруктозы и низкомолекулярных фруктозанов, а также продукты гидролиза и других компонентов топинамбуровой массы, состав которого зависит от применяемых для гидролиза ферментов. Такой порошок (ПТФ) применяется в качестве сахарозамениителя природного происхождения и сырья с высокой пищевой и биологической ценностью. При применении порошка топинамбура (ПТ), полученного из высушенных чипсов топинамбура в рецептуру дополнительно для придания сладости вводили сахарозаменители: ксилит, сорбит, стевиозид и др. Для получения крекера, предназначенного для диабетического питания нами в рецептуру были введены компоненты повышающую пищевую ценность и вместо сахара сахарозаменитель — стевиозид. Растительную клетчатку Витацель WF-600R вводили в количестве 1% к массе муки, а порошок топинамбура (ПТ) — 5%.

В рецептуру крекера (без сахара) входят компоненты: мука пшеничная высшего сорта, меланж, маргарин, солодовый экстракт, подсластитель стевиозид, растительная клетчатка Витацель WF-600R, дрожжи, порошок топинамбура, сода пищевая, соль.

Крекер готовили опарным способом. Опару готовили с добавлением солодового экстракта, который в своем составе содержит продукты ферментативного гидролизата зерна, и ускоряет процесс брожения более интенсивно, чем опара без солодового экстракта. Продолжительность брожения опары 3,5–4,5ч до достижения кислотности 4,4–4,6град. После брожения опары проводили замес теста. Тесто готовили двух образцов. Контрольный из сброженной опары и остального количества сырья (без растительной клетчатки и порошка топинамбура) и опытный с добавлением при замесе теста, порошка топинамбура и растительной клетчатки. Растительная клетчатка набухла в воде при соотношении РК: В=1:5 в течении 15–30мин. Меланж, подсластитель стевиозид, пищевую соль и соль гомогенизировали, к которой добавляли набухшую растительную клетчатку и продолжали гомогенизировать компоненты, затем гомогенизированную массу разбавляли водой в количестве от 1/2 от воды на замес теста.

Отдельно в сбивальной машине сбивали маргарин. К сброженной опаре добавляли остальное количество воды, гомогенизированную и сбитуую жировую массу, остальное количество муки с порошком топинамбура и проводили замес теста. Влажность теста 30–31%, продолжительность замеса 30–35мин. Тесто после замеса отлеживалось в течении 90–120мин, затем тесто прокатывали, формовали и выпекали изделия.

Наличие в тесте пищевых волокон, пектина приводит к увеличению водопоглотительной способности, замедлению набухания белков муки, снижению количества клейковины в тесте, и это влияет на снижение пластических свойств теста. Упругие свойства теста снижаются на 15–18%.

Показатели качества крекера с клетчаткой Витацель WF-600R и порошком топинамбура приведены в таблице 1.



Показатели качества крекера

Наименование	Крекер приготовленный	
	Без растительной клетчатки и порошка топинамбура	С растительной клетчаткой и порошком топинамбура
Влажность, %	6,7	6,9
Массовая доля жира, % на СВ	19,0	18,8
Содержание редуцирующих веществ, %	0,5	0,7
Щелочность, град	1,3	1,3
Кислотность, град	2,2	2,4
Намокаемость, %	152	165
Поверхность	Маслянистая с сквозными проколами	Маслянистая с наличием вздутий
Цвет	Светло-коричневая	Темно-коричневая
Вид в изломе	Пропеченное без следов непромеса	Тонкостенная слоистость с равномерными порами
Вкус и запах	сладкий	Сладкий с вкусом топинамбура

Опытные образцы имели более темную окраску, большую набухаемость, равномерную структуру.

Все это свидетельствует о целесообразности использования растительной клетчатки Витацель WF-600R в количестве 1 % и 5 % порошка топинамбура при разработке новых сортов мучных кондитерских изделий, что способствует получению изделий диабетического питания. Повышение пищевой ценности крекера происходит не только за счет снижения сахараемкости,

а путем их обогащения, как нерастворимыми, так и растворимыми пищевыми волокнами, пектином и клетчаткой, способных выводить из организма токсические и балластные веществ, а инулин и фруктоза участвуют в обменных процессах усвоения и сорбции глюкозы. Использование предлагаемого способа приготовления крекера позволит готовить крекер диабетического питания, улучшить качество и повысить биологическую ценность.

### Литература:

1. Кочеткова А., Л. Ипатова, О. Шубина, М. Левачева — Пищевые волокна в производстве затяжного печенья. — Хлебопродукты, — 2006 г.с. 50—51, № 12 — с. 56—57
2. Синявская Н.Д. Топинамбур и печенье новых сортов функционального назначения. Кондитерское производство. — 2004-№ 1, с. 12
3. Патент Кочнев Н.К., и др. Способ производства порошка из клубней топинамбура. RU/2192761
4. Синявская Н. Д. и др. Новые сорта хлеба и печенья с топинамбуром // Пищевая промышленность.2003. № 12.-С. 52—53.
5. Давыдович Б. Топинамбур в хлебобулочных изделиях // Хлебопродукты. 2002. № 8.-С. 22—23.

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Пути замены хлебного квашения

Садирова Саодат Насреддиновна, старший преподаватель;  
Алиева Насиба Ибрагимовна, ассистент  
Бухарский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан

*В данной статье приведены пути замены хлебного квашения и применение их при обработке чистопородного каракуля сухосоленого способа консервирования и частично при выделке шкур белки и крота, а также для консервирования шкур каракулевой группы.*

*This article shows the ways of replacing bread sugars and their application in the treatment of thoroughbred scrawl of the dry-salted canning method, and in part when making skins of squirrels and moles, and also for preserving the skins of the Karakul group.*

**Х**лебное квашение и мягчение являются классическими способами выделки меховых шкур и длительное время применялись при обработке всего ассортимента мехового сырья, так как обеспечивали наиболее высокое качество кожаной ткани. Мягкость и тягучесть квашенных шкур до сих пор принимают за эталон высшего качества полуфабриката при оценке эффективности разрабатываемых способов выделки.

В настоящее время хлебное квашение применяют при обработке чистопородного каракуля сухосоленого способа консервирования и частично при выделке шкур белки и крота, также для консервирования шкур каракулевой группы [1].

Квашение следует рассматривать как сложный биохимический процесс, в котором проявляется суммарное действие комплекса растительных ферментов, содержащихся в муке, на белково-углеводные комплексы соединительной ткани и действие смеси органических кислот, образующихся в результате брожения. При этом действие смеси органических кислот (преимущественно молочной кислоты) проявляется в двух стадиях — в начале квашения при невысокой кислотности-4–6 г/л (рН=4,0–4,5) и в конце квашения при более высокой кислотности-16–20 г/л в пересчете на молочную кислоту (рН=3,8–4). В первой стадии преобладает действие слабого пикелевание, способствующего вымыванию углеводных компонентов и разрыхлению волокнистой структуры. В конце квашения дополнительно проявляется действие обычного органического пикелевания [1].

Следовательно, смеси органических кислот в благоприятных условиях (температура 38°C, рН=3,8–4,5)

в основном способствует удалению мукополисахаридов, склеивающих структурные элементы и частичному обезвоживанию дермы.

Суммарное действие комплекса ферментов и смеси органических кислот в благоприятных условиях обработки обеспечивает характерное разволокнение структуры, присущее лишь квашению, при котором достигается столь высокая тягучесть и мягкость кожаной ткани.

Большая длительность квашения и нерациональное использование муки в процессах брожения и кислотообразования обусловлены постепенным снижением рН раствора к концу квашения ниже оптимального значения для действия комплекса растительных ферментов и незначительным гидролизом крахмала с образованием смеси органических кислот [2].

Для квашения чистопородного каракуля сухосоленого консервирования практический интерес может представить испытание молочной сыворотки, полученной из отходов молочного производства, содержащий в своем составе молочную кислоту.

В настоящее время для улучшения экологии и получения дополнительной прибыли в производствах особое внимание уделяется безотходным технологиям. В молочных комбинатах вторичным сырьём является сыворотка, которая остается после сворачивания и процеживания молока. Сыворотка получается при производстве твердых сыров, кислых сыров и творога и в основном вся эта жидкость, несмотря на его ценные свойства, выливается в канализацию как отход производства.

Молочная сыворотка примерно на 93,7% состоит из воды. Остальные 6,3% включают в себя все самое лучшее, что есть в молоке. Основная часть сухих ве-

ществ молочной сыворотки — это лактоза, препятствующая образованию нежелательного жира, и молочный сахар.

В состав молочной сыворотки входит полный набор витаминов группы В, а также витамин С, никотиновая кислота, холин, витамин А, витамин Е и биотин. Сыворотка содержит также кальций, магний и пробиотические бактерии. Так же в сыворотке имеется молочная кислота, которая так необходима для квашения каракулевых шкурок.

Сыворотка подготовлена на молочном комбинате ферментацией молочной сыворотки (творожной, под сырной) и представляла собой жидкость зеленовато-желтого цвета с концентрацией молочной кислоты 5–30 г/дм<sup>3</sup>.

Нами было исследовано процесс квашения чистопородного каракуля, где было применено в место овсяной муки молочная сыворотка, полученная из отходов продукции молочного производства. При этом использовали 50%-ные, 75%-ные и 100%-ные концентрации молочной сыворотки. Несколько образцов каракулевых шкурок после отмочных операций и мездрения обрабатывали в соответствующих квасильных растворах. Параллельно этим процессам было проведено квашение каракулевых шкурок ячменной мукой. Перед загрузкой шкурок проверяли кислотность растворов и добавляли поваренную соль из расчета 40 г/л. Кислотность растворов в пересчете на уксусную кислоту составила соответственно 1,5г/л; 2,3г/л и 4,4г/л. Квашение проводили при температуре 35°C. В процессе квашения контролировали степень ослабления волоса и при обнаружении добавляли поваренную соль до 60 г/л. Кислотность в процессе квашения постепенно нарастала и на шестой день она достигла 12 г/л в пересчете на уксусную кислоту в квасильном растворе где применяли молочную сыворотку 100%-ной концентрации, а также 5,7г/л и 7,3г/л соответственно в квасильных растворах 50%-ной и 75%-ной концентрации молочной сыворотки.

Для проведения исследования на разных этапах работы использовали стандартные методики (метод потенциометрического титрования, гистологический анализ окрашенных срезов кожной ткани).

Достоверность полученных результатов обеспечивали подбором необходимого количества параллельных измерений показателей исследуемых объектов.

Конец квашения в растворе молочной сыворотки 100%-ной концентрации определяли по достижению разрыхленности кожной ткани и появлению незначительного ослабления волоса на паховых участках шкурок.

В процессе квашения следует подчеркнуть, что наблюдаемое незначительное разрушение основного белка-коллагена не может являться решающим фактором, обеспечивающим столь глубокое разрыхление волокнистой структуры. Современные представления о роли углеводных компонентов межволоконного вещества при выделке меховых шкур позволяют по-новому рассмотреть квасильного раствора на микроструктуру кожной ткани.

Исследование процессов квашения и мягчения показали, что изменения микроструктуры кожной ткани

в большой степени связаны с воздействием не на коллаген, а на белково-углеводные комплексы межволоконного вещества, склеивающие элементы структуры.

Несмотря на небольшое содержание углеводов в дерме животных (1–3%) по сравнению с коллагеном (73–81), они имеют огромное значение в процессах выделки мехового сырья. Углеводные компоненты входят в состав соединительной ткани главным образом межволоконного вещества в виде комплексов с белками, соединенных ковалентными, а также другими менее прочными связями. Поэтому выделение их затруднено и может быть осуществлено лишь при полном гидролизе белково-углеводных комплексов. Наличие прочной связи между элементами структуры коллагена и углеводными компонентами подтверждается повышенной термостойкостью и меньшей растворимостью таких соединений [2].

Углеводные компоненты — мукополисахариды играют важную роль в структурировании коллагена. В процессе эмбрионального развития в студнеобразном межволоконном веществе образуются элементы коллагеновой структуры, в состав которых входят мукополисахариды. Они сорбируются на поверхности фибрилл в виде тонких изолирующих уплотнений — перетяжек, которые предохраняют смежные фибриллы от слипания и обуславливают отличие поверхностных зон фибрилл от глубинных благодаря появлению первичной поперечной исчерченности.

Из дермы полностью выделить мукополисахариды весьма затруднительно. Общее количество мукополисахаридов, %, в дерме животных различных возрастных групп неодинаково: в каракуле — более 3, в каракуле — 1,4–2,6, в овчине — 1–1,8. Наибольшее количество мукополисахаридов содержится в огузочной части шкуры, наименьшее — в полах. В сосочковом слое обнаружено большее содержание углеводных компонентов, чем в сетчатом и подкожно-мышечном слоях. Они выстилают внутреннюю часть корневого влагалища волосяной сумки. Поэтому чрезмерное удаление мукополисахаридов из сосочкового слоя иногда может вызвать ослабление связи волоса с волосяной сумкой.

Таким образом, углеводные компоненты соединительной ткани, несмотря на сравнительно низкое их содержание, играют важную роль в формировании волокнистой структуры, образуя прочные комплексы с белками и повышая устойчивость дермы к различным воздействиям. Удаление из межволоконного вещества определенной части углеводов, склеивающих структурные элементы, приводит к разрыхлению кожной ткани.

Существует некоторый оптимум удаления углеводных компонентов, нарушение которого может вызвать нежелательные изменения механических свойств дермы и особенно более слабого сосочкового слоя. При установлении параметров обработки различными реагентами не следует стремиться к полному вымыванию всех углеводных компонентов, входящих в состав структурных элементов и межволоконного вещества. Однако в пределах оптимума имеется следующая независимость: чем больше удаляется мукополисахаридов, тем тонкое разделение пучков при этом достигается [2].

При квашении преобладающее образование молочной кислоты, является ограничивающим фактором для развития гнилостной микрофлоры (бациллус субтиллус, дрожжи, слизистые бактерии) и обеспечивает высокую стабильность микробиологических процессов. Молочнокислые бактерии сначала окружают дрожжевые клетки, а затем проникают внутрь клеток, вызывая их разрушение. Шкурки после квашения в растворах молочной сыворотки отжимали на центрифуге и равномерно сушили по всей площади. Далее проквашенные шкурки были подвергнуты ряду химических анализов, таких как, содержание влаги, содержание минеральных веществ, содержание жировых веществ, содержание гольевого вещества по содержанию общего азота. Ниже приведены результаты этих анализов [3].

Результаты анализа каракулевой шкурки, обработанной ячменной мукой:

1. Содержание влаги 9,2%
2. Содержание минеральных веществ 6,2%
3. Содержание жировых веществ 9,3%

Результаты анализа каракулевой шкурки, заквашенной 100% молочной сывороткой:

1. Содержание влаги 8,51%
2. Содержание минеральных веществ 7,02%
3. Содержание жировых веществ 10,36%

Результаты анализа каракулевой шкурки, заквашенной 75% молочной сывороткой:

1. Содержание влаги 7,22%
2. Содержание минеральных веществ 6,84%
3. Содержание жировых веществ 12,84%

Результаты анализа каракулевой шкурки, заквашенной 50% молочной сывороткой:

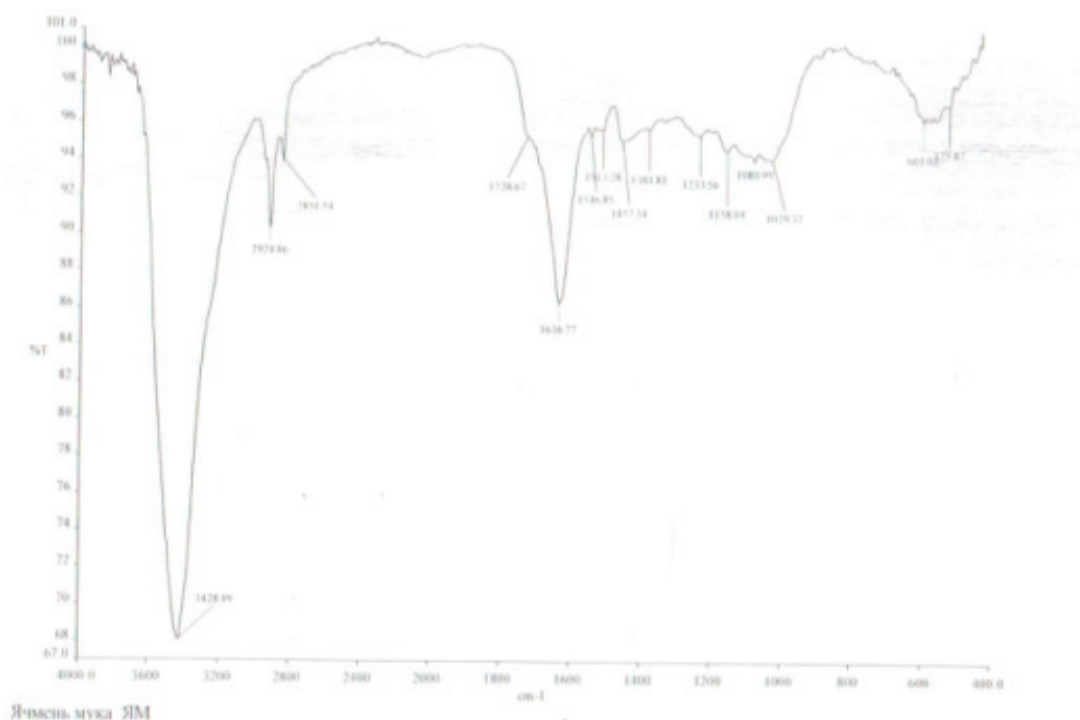
1. Содержание влаги 8,9%
2. Содержание минеральных веществ 6,4%
3. Содержание жировых веществ 14,3%

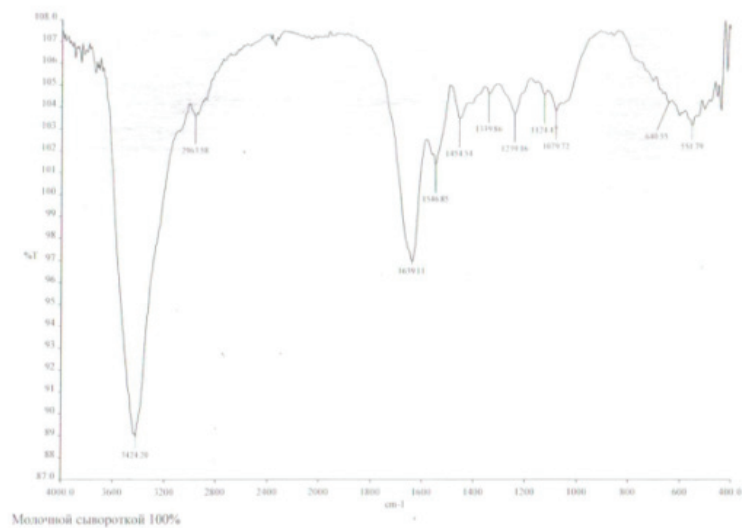
Гольевое вещество определялось методом Кьельдаля. Навеску кожи взвешивали по 0,1 гр. Сжигали концентрированной серной кислотой. Ниже приведены коэффициент пересчёта 5,82%:

№	Наименование сырья	Массовая азота, %	Результаты гольевого вещества
1.	Обработанная ячменной мукой	14,1	79,4
2.	50% сыворотка	14,4	84,3
3.	75%-ая сыворотка	13,8	80,6
4.	100%-я сыворотка	12,9	75,1

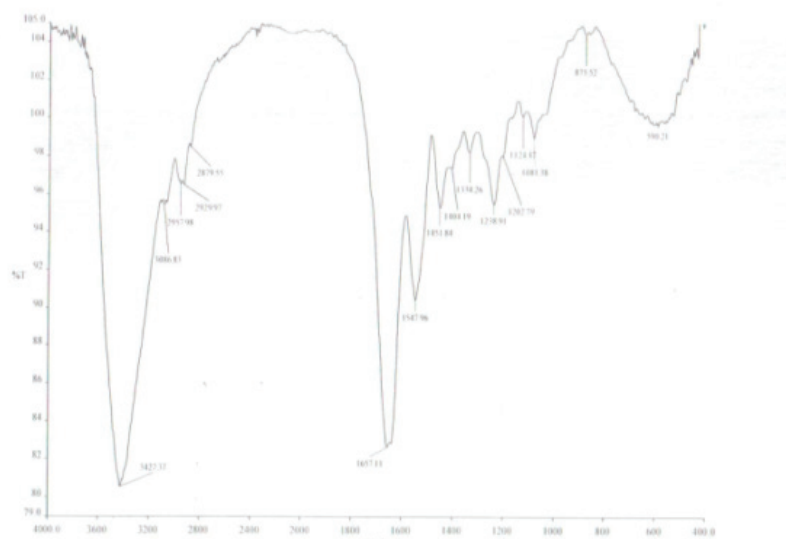
Анализ поглощения ИК-спектров различных полипептидов и белков позволяет получить информацию о конформации их молекулярных цепей, а также дает возможность определить внутримолекулярные или межмолекулярные взаимодействия в полимерах, обу-

словленное водородной связью и установить природу взаимодействия белков с различными дубящими соединениями [3]. Исходя из этого нами было исследовано опытные и контрольные шкурки методом ИК-спектроскопии, результаты которого приведены ниже:

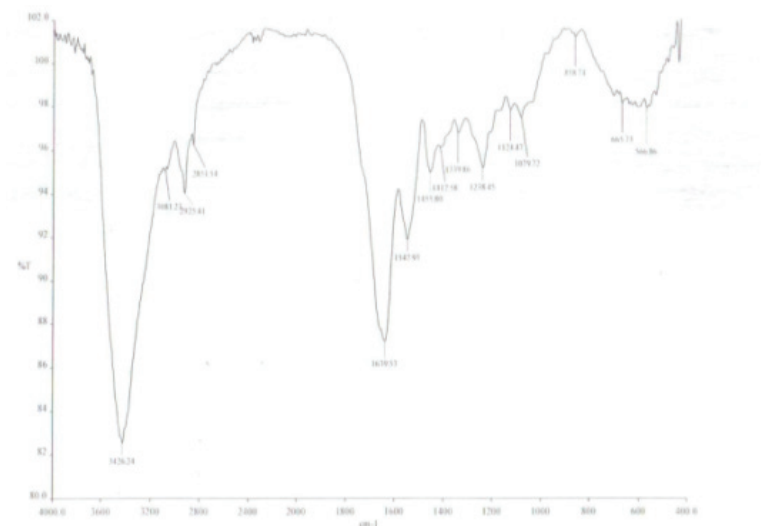




ИК-спектроскопия каракулевой шкурки, обработанной 100% молочной сывороткой



ИК-спектроскопия каракулевой шкурки, обработанной 50% молочной сывороткой



ИК-спектроскопия каракулевой шкурки, обработанной 75% молочной сывороткой



Анализируя результаты проведенных исследовательских работ по квашению каракулевых шкур с молочной сывороткой, можно сделать выводы о том, что использования молочной сыворотки в процессе квашения каракулевых шкурок даёт возможность экономить ценнейший

продукт питания — ячменную муку и большое количество воды. При использовании отходов пищевого производства сыворотки в процессе квашения каракулевых шкурок достигается тонкое разделение пучков коллагена, что обеспечивает мягкость и тягучесть кожаной ткани.

### Литература:

1. Я. А. Пурим Технология выделки пушно-мехового и овчинно-шубного сырья, Москва, Легкая индустрия, 1978, 222 стр.
2. И. П. Страхов Технология кожи и меха, Москва, Легпромбытиздат, 1985, 495 стр.
3. А. А. Головтеева, Д. А. Куциди, Л. Б. Санкин Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха, Москва, Легпромбытиздат, 1987, 310 стр.

## Разработка и совершенствование технологии получения NPCa удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов

Шеркузиев Дониёр Шерматович, кандидат технических наук, доцент;  
Каноатов Хайрулло Муродиллаевич, кандидат технических наук, доцент;  
Дадамйрзаев Музаффар Хабибуллаевич, ассистент;  
Сарибаева Дилором Акрамжановна, старший преподаватель;  
Ёкубжанова Ёкутхон Гуломжановна, ассистент  
Наманганский инженерно-педагогический институт (Узбекистан)

*В статье получены данные по усовершенствованной технологии производства NPCa удобрений путем азотнокислотного разложения рядовой фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов при пониженной норме азотной кислоты с последующим выделением части нитрата кальция из нитрокальцийфосфатных пульп различными способами. Показано, что по сравнению с НКФУ (нитрофос), выпускаемом на ОАО «Самаркандким», содержание  $P_2O_5$  в предложенных удобрениях повышается на 7–10%.*

Узбекистан, как и многие страны мира, не располагает месторождениями богатого (более 33%  $P_2O_5$ ) фосфатного сырья, которое можно перерабатывать в любые марки фосфорсодержащих удобрений с хорошими технико-экономическими показателями. Такие месторождения имеются только в США, России, странах Северо-Западной Африки и Ближнего Востока. Поэтому во всем мире является актуальным вопрос переработки бедных фосфоритов в эффективные фосфорсодержащие удобрения. Фосфориты Центральных Кызылкумов стали основным фосфатным сырьем для производства фосфорсодержащих удобрений в Узбекистане. Кызылкумский фосфоритовый комбинат производит ежегодно 200 тыс. т в год рядовой фосфоритовой муки. Её состав (вес.%): 17,20  $P_2O_5$ ; 46,22 CaO; 1,24  $Al_2O_3$ ; 1,05  $Fe_2O_3$ ; 1,75 MgO; 2,00 F; 16,0  $CO_2$ ; 0,1 Cl; CaO:  $P_2O_5$  = 2,69. Низкое содержание фосфора (17,20%  $P_2O_5$ ), большое значение кальциевого модуля (2,69), высокое содержание карбонатов (16,0%  $CO_2$ ), сверхнормативное наличие хлора (0,1%, а норматив не более 0,04%) делают её практически непригодной для сернокислотной экстракции и получения аммофоса. Высокий кальциевый модуль вызывает большой перерасход кислотного реагента при разложении сырья. Большое количество карбонатов приводит к обильному пенообразованию, что резко снижает производительность реакторного оборудования, а сверх-

нормативное содержание хлора является причиной интенсивной коррозии металла.

В ИОНХ АН РУз разработана технология переработки этого сырья в нитрокальцийфосфатное удобрение (НКФУ), которая внедрена на Самаркандском химическом заводе [1–3]. В основе технологии лежит переработка рядовой фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов неполной нормой азотной кислоты. Снижен при этом расход кислотного реагента, устранено пенообразование, предотвращена коррозия металла. Но внедренная технология имеет следующие недостатки:

- низкое содержание  $P_2O_5$  в готовом продукте;
- большие теплоэнергетические затраты при упарке нитрокальцийфосфатной пульпы (НКФП);
- из-за большого содержания нитрата кальция в упаренной пульпе и её повышенной влажности (25%), которые приводят в процессе сушки и грануляции к плавлению нитрата кальция в собственной гидратной и свободной воде, что является основной причиной снижения производительности аппарата БГС.

В связи с этим встала актуальная задача — усовершенствовать технологию получения НКФУ и повысить его качество.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- исследование процесса получения NPCa удобрений путем разделения твердых фаз из аммонизированных НКФП;
- изучение процесса получения NPCa удобрений на основе разделения твердых фаз из аммонизированных НКФП с последующей промывкой их водой;
- изучение физико-химических и товарных свойств NPCa удобрений;
- изучение процесса получения жидких азотнокальциевых удобрений (ЖАКУ) на основе жидких фаз НКФП;
- исследование процесса получения концентрированных ЖАКУ путем добавления к жидким фазам НКФП аммиачной селитры, карбамида и раствора карбамидо-аммиачной селитры (КАС);
- изучение реологических свойств ЖАКУ;
- отработка режима получения удобрений на лабораторной модельной установке и разработка технологической схемы процессов получения жидких и твердых комплексных удобрений.

## Методика исследования

Исходя вышеизложенных, мы проводили разных лабораторных экспериментов. В лабораторных условиях для приготовления НКФП в качестве исходных компонентов использовались рядовая фосфоритовая мука Кызылкума, имеющая состава (вес.%): 17,20  $P_2O_{5\text{общ}}$ ; 46,22 CaO; 16,0  $CO_2$ ; 2,29  $R_2O_3$ ; 1,75 MgO; 2,0 F; 6,81 н.о. и 59%-ная азотная кислота. Норму азотной кислоты (стехиометрическую норму на образование нитрата кальция) варьировали от 40 до 75%. Опыты по разложению фосфоритовой муки проводили при температуре 40–45°C в цилиндрическом стеклянном реакторе, снабженном винтовой мешалкой. Продолжительность разложения составляла 30 мин. После разложения к полученной пульпе добавляли необходимое количество воды, исходя из того расчёта, чтобы влажность пульпы была 40%, как это предусмотрено в технологии получения НКФУ. Твердую фазу НКФП отделяли от жидкой фазы на лабораторной центрифуге ЦЛН-5. Время центрифугирования составляло 15 минут при скорости её вращения 3000 об/мин. Далее полученные влажные осадки высушивали при 90–100°C. Высушенные осадки и их жидкие фазы анализировали на содержание различных форм  $P_2O_5$ , CaO и азота по известным методикам [4].

## Результаты и обсуждение

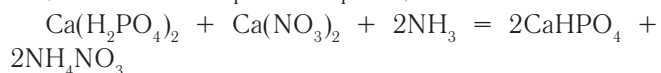
Результаты опытов показывают, что составы высушенных продуктов значительно отличаются от состава НКФУ, в технологии которой исключено выделение нитрата кальция. В зависимости от нормы  $HNO_3$  состав NPCa удобрений меняется, % вес.:  $P_2O_{5\text{общ}}$  от 13,02 до 18,11;  $P_2O_{5\text{усв.}}$  от 11,92 до 12,62;  $P_2O_{5\text{водн.}}$  от 0,18 до 4,47; CaO<sub>общ.</sub> от 31,46 до 39,83; CaO<sub>усв.</sub> от 24,97 до 25,05; CaO<sub>водн.</sub> от 11,88 до 17,06; N от 6,42 до 8,50. Самое высокое относительное содержание  $P_2O_{5\text{усв.}}$ , CaO<sub>усв.</sub> и CaO<sub>водн.</sub> имеют NPCa удобрения, полученные при норме  $HNO_3$  75% [5].

Жидкие фазы НКФП в основном состоят из нитрата кальция и монокальцийфосфата. С увеличением нормы  $HNO_3$  в жидких фазах содержание CaO<sub>общ.</sub>, CaO<sub>водн.</sub>,  $P_2O_{5\text{общ.}}$  и  $P_2O_{5\text{водн.}}$  возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением нормы  $HNO_3$  в НКФП увеличивается содержание нитрата кальция и монокальцийфосфата, которые переходят в жидкую фазу. Показано, что наименьшая степень перехода  $P_2O_5$  0,99% происходит только при разделении НКФП, полученной при норме  $HNO_3$  40%. При этом концентрация  $P_2O_{5\text{общ.}}$  в NPCa удобрении составляет 18,11%, вместо 16,0% в НКФУ, производимом ОАО «Самаркандкимё».

С целью увеличения концентрации  $P_2O_5$  в NPCa удобрениях следующие серии опытов проводили путем разделения твердых фаз НКФП с последующей промывкой осадков водой. Для этого вначале приготовили НКФП при нормах  $HNO_3$  30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70 и 75%, их разделяли на центрифуге на жидкие и твердые фазы. Далее влажные осадки промывали водой при соотношении фосфатное сырьё (ФС):  $H_2O$  = 1: 1. Данные опытов показывают, что содержание  $P_2O_5$  и азота в удобрениях, полученных при изученных нормах  $HNO_3$ , меняется от 15,93 до 22,74 и от 2,17 до 3,36%. Увеличение содержания  $P_2O_{5\text{общ.}}$ , снижение CaO<sub>водн.</sub> и N в удобрениях по сравнению с вариантом без промывки объясняется наибольшей отмывкой влажного осадка от нитрата кальция [6].

Результаты исследований показывают, что путем отделения твердых фаз НКФП, полученных при нормах  $HNO_3$  40 и 50% с последующей промывкой влажного осадка принципиально можно получить NPCa удобрения с высоким содержанием  $P_2O_5$ . Но наличие  $P_2O_5$  в смеси жидкой фазы и промывной воды нежелательно, поскольку это отрицательно сказывается при переработке в ЖАКУ.

С целью устранения этих недостатков, прежде чем разделить НКФП, полученных при нормах  $HNO_3$  от 40 до 75%, на жидкую и твердую фазы, её подвергали нейтрализации аммиаком до pH 3. При аммонизации кислой НКФП аммиаком протекает реакция:



Исследование проводили в двух вариантах:

1. без промывки влажных осадков;
2. с промывкой их водой.

Все влажные осадки высушивались при 90–100°C. Результаты анализа NPCa удобрений, полученных по обоим вариантам, приведены в табл. 1. Результаты опытов по первому варианту показывают, что степень перехода кальция и азота в зависимости от нормы  $HNO_3$  составляет 9,9–16,7 и 23,1–38,9%, соответственно. По мере увеличения нормы  $HNO_3$  в образцах удобрений относительное содержание усвояемой формы  $P_2O_5$  и CaO постепенно возрастает. При этом снижается абсолютное содержание общих фосфатов и кальция в удобрениях вследствие снижения степени перехода кальция и азота в жидкую фазу, а содержание азота соответственно увеличивается. Максимальное содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$  в удобрениях не превышает 17,98% [7]. Таким

Таблица 1  
Состав NРСа удобрений, полученных путем разделения аммонизированных нитрокальцийфосфатных пульп без промывки (1) и с промывкой водой (2) влажного осадка

Норма HNO <sub>3</sub> , %	Химический состав высушенных осадков, %								$\frac{P_{2O_{5\text{увс}}}}{P_{2O_{5\text{общ}}}}$ по лим. к-те, %	$\frac{P_{2O_{5\text{увс}}}}{P_{2O_{5\text{общ}}}}$ по тр. Б, %	$\frac{CaO_{\text{увс}}}{CaO_{\text{общ}}}$ по лим. к-те, %	$\frac{CaO_{\text{вод}}}{CaO_{\text{общ}}}$ , %	Степень перехода компонентов в жидкую фазу, %	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общ.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> увс. по тр. Б	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> вод.	CaO <sub>общ.</sub>	CaO <sub>увс.</sub> лим. к-те	CaO <sub>вод.</sub>	N <sub>общ.</sub>	CaO <sub>увс.</sub> лим. к-те						
													CaO	N
1 — NРСа удобрений, полученные без промывки влажного осадка														
40	17,98	9,38	6,30	0,54	38,89	27,54	11,38	6,29	52,17	35,04	70,81	29,26	16,7	38,9
45	17,67	9,71	6,86	0,68	37,74	27,47	11,74	7,91	54,95	38,82	72,79	31,11	15,9	36,5
50	16,26	9,45	7,17	0,89	35,85	27,10	12,34	9,51	58,12	44,09	75,59	34,42	15,5	34,3
55	15,14	9,35	7,75	1,08	34,64	26,84	12,91	10,68	61,76	51,19	77,48	37,27	12,8	30,7
60	14,29	9,29	7,80	1,63	33,14	26,77	13,54	11,72	65,01	54,58	80,78	40,86	11,9	27,0
65	14,02	9,78	8,08	2,46	32,75	26,65	13,82	12,67	69,76	57,63	81,37	42,20	10,8	24,4
70	13,57	10,21	8,58	2,57	31,84	26,46	14,46	13,21	75,24	63,23	83,10	45,51	10,2	23,7
75	12,91	10,52	8,97	2,62	30,95	25,97	14,56	13,61	81,49	69,48	83,91	47,04	9,9	23,1
2 — NРСа удобрений, полученные с промывкой влажного осадка														
40	22,85	11,67	7,85	0,78	41,94	21,98	5,61	4,52	51,07	34,35	52,41	13,38	30,8	58,6
45	22,63	11,94	8,38	1,67	39,89	22,17	5,96	5,30	52,76	37,03	55,58	14,94	31,8	60,2
50	22,46	12,39	9,30	1,92	38,58	22,54	6,02	6,03	55,16	41,41	58,42	15,60	32,7	61,3
55	21,81	12,73	10,53	2,25	36,82	22,87	6,17	6,89	58,37	48,28	62,11	16,76	33,9	62,8
60	20,58	13,22	11,10	2,83	35,19	23,41	7,76	7,72	64,24	53,94	66,52	22,05	34,5	64,3
65	20,21	13,93	11,51	3,21	33,93	23,74	9,48	8,02	68,93	56,95	69,97	27,94	35,6	65,0
70	19,40	14,25	11,94	3,63	32,63	24,09	10,04	9,12	73,45	61,55	73,83	30,77	38,6	68,0
75	18,70	14,78	12,66	3,91	31,15	24,75	10,31	10,39	79,04	67,70	79,45	33,10	39,2	69,1

образом, низкое содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$  в образцах NPCa удобрений объясняется уменьшением степени перехода нитрата кальция в жидкую фазу.

С целью повышения концентрации  $P_2O_5$  в удобрениях влажные осадки промывали водой от хорошо воднорастворимого нитрата кальция (2-вариант) при соотношении ФС:  $H_2O = 1:1$  [8–10]. Из табл. 1 видно, что при нормах  $HNO_3$  40–75% промывка осадка позволяет увеличить степень перехода кальция и азота в жидкую фазу по сравнению с первым вариантом без промывки в 1,84–3,96 и 1,51–3,0 раза, соответственно, и тем самым увеличить концентрации  $P_2O_5$  в NPCa удобрениях от 18,70 до 22,85%. Содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$  в образцах удобрений при оптимальной норме  $HNO_3$  40–50% составляет 22,46–22,85%, что на 7–10% выше по сравнению с НКФУ, получаемой ОАО «Самаркандкиме».

При изученных условиях опытов, в образцах удобрений относительное содержание усвояемой формы  $P_2O_5$  по лимонной кислоте, трилону Б, усваиваемой и воднорастворимой формы кальция меняется в пределах 51,07–79,04; 34,35–67,70; 52,41–79,45; 13,38–33,10% соответственно. Чем больше норма азотной кислоты, тем выше эти показатели. Наиболее высокое относительное содержание фосфора и кальция получается при норме  $HNO_3$  75%.

Содержания окиси кальция и азота в жидкой фазе и в промывной воде колеблются в пределах 11,62–14,32; 5,69–9,96; 7,42–13,11 и 1,60–7,95 соответственно. Если по содержанию водорастворимой формы кальция пересчитать количество нитрата кальция, то

усредненная его концентрация в смеси жидкой фазы и промывной воды при оптимальной норме  $HNO_3$  40–50% колеблется в пределах 24,5–26,03%. Данные опытов показывают, что при указанных нормах  $HNO_3$  в жидкой фазе и промывной воде  $P_2O_5$  отсутствует, а при нормах 65–75% её содержание не превышает 0,14–0,21 и 0,23–0,27%.

Рентгенографические исследования NPCa удобрений, полученных на основе разделения кислых и аммонизированных НКФП показывают, что они представлены в основном из дикальцийфосфата, нитратов кальция и аммония, а также активированного фторкарбонатапатита [11].

Определены некоторые физико-химические и товарные свойства: гигроскопическая точка, слеживаемость и прочность гранул гранулированных NPCa удобрений. Гигроскопические точки испытуемых удобрений оказались равными: для образцов, полученных без аммонизации пульпы — 32–38%, а для образцов, полученных с аммонизацией пульпы — 37–41%, что свидетельствует о необходимости затаривания их в полиэтиленовые мешки. NPCa удобрений не слеживаются, пока влажность в них не достигнет 5,0%. Прочность гранул размером 2–3 мм равна 3,05–6,13 и 3,86–6,84 МПа соответственно для NPCa удобрений, полученных без аммонизации и с аммонизацией пульпы [12].

Технология получения NPCa удобрений апробирована на лабораторной модельной установке с определением основных технологических параметров процесса.

Выпущена опытная партия удобрений для агрохимических испытаний. На основании результатов лабора-

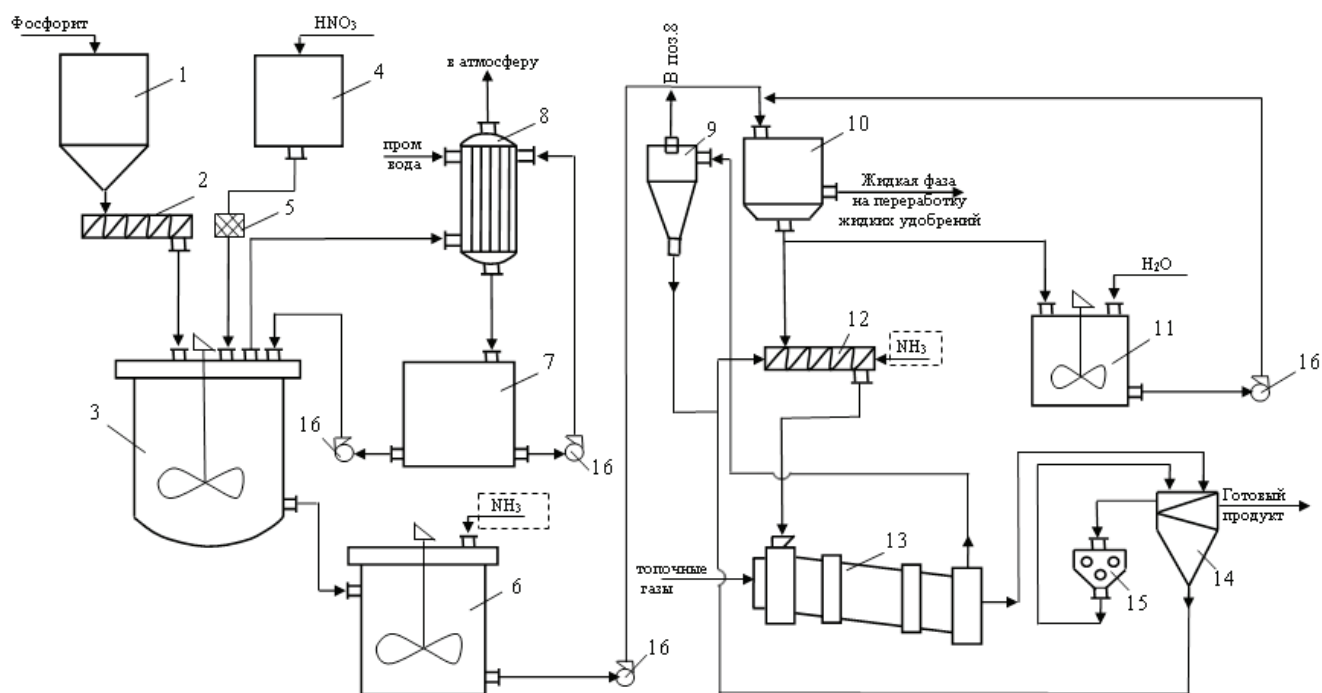


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема производства NPCa удобрений: 1 – бункер фосфатного сырья; 2 – шнековый дозатор; 3, 11 – реактор – смеситель; 4 – напорный бак  $HNO_3$ ; 5 – целевой дозатор; 6 – сборник пульпы; 7 – сборник абсорбционной жидкости; 8 – абсорбер; 9 – циклон; 10 – центрифуга; 12 – шнековый смеситель; 13 – аппарат БГ; 14 – классифицирующие грохоты; 15 – дробилка; 16 – центробежный насос

торных исследований и работ на модельной установке предложена принципиальная технологическая схема (рис. 1).

## Выводы

Таким образом, проведенных исследований показывают, что при оптимальной норме  $\text{HNO}_3$  40 и 50% состав удобрений меняется (вес. %):  $\text{P}_2\text{O}_5$  общ. от 22,46

до 22,85;  $\text{P}_2\text{O}_5$  усв. от 11,67 до 12,39;  $\text{CaO}$  усв. от 21,98 до 22,54; N от 4,52 до 6,03%. Показано, что по сравнению с НКФУ (нитрофос), выпускаемом на ОАО «Самаркандкимё», содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в предложенных удобрениях повышается на 7–10% [12]. Средняя концентрация нитрата кальция в смеси жидкой фазы и промывной воды в среднем составляет 24,5–26,03%, которую можно перерабатывать в жидкие комплексные удобрения без особых технологических трудностей.

## Литература:

1. Реймов А. М., Намазов Ш. С., Мирзакулов Х. Ч., Беглов Б. М. Азотнофосфорнокальциевые удобрения на основе разложения рядовой фосмуки Центральных Кызылкумов неполной нормой азотной кислоты // Доклады АН РУз. — 2002. — № 5. — С. 50–52.
2. Реймов А. М., Эркаев А. У., Намазов Ш. С., Беглов Б. М. Азотнокислотная переработка рядовой фосмуки Центрально-Кызылкумского месторождения // Вестник ККО АН РУз. — 2001. — № 5. — С. 37–39.
3. Реймов А. М. Разработка технологии получения нитрокальцийфосфатных и нитрокальцийсульфосфатных удобрений на основе разложения Кызылкумских фосфоритов при пониженной норме азотной кислоты: Автореф. дисс. канд. техн. наук. — Ташкент. 2004. — 23 с.
4. М. М. Винник, Л. Н. Ербанова, П. М. Зайцев и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. — М.: Химия, 1975, 218 с.
5. Шеркузиев Д. Ш. О составе жидкой и твердой фаз продуктов разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов при пониженной норме азотной кислоты // Узб. хим. ж. — 2008. — № 3. — С. 63–67.
6. Шеркузиев Д. Ш., Реймов А. М., Намазов Ш. С. Получение азотнофосфорно-кальциевых удобрений из Кызылкумских фосфоритов // Химия и химическая технология (научно-технический журнал). — 2011/4. — С. 8–11.
7. Шеркузиев Д. Ш., Реймов А. М., Намазов Ш. С. Рациональная технология получения азотфосфоркальцийсодержащих удобрений из Кызылкумских фосфоритов // Вестник Ташкентского государственного технического университета. — 2009. — № 1–2. — С. 179–182.
8. Реймов А. М., Шеркузиев Д. Ш., Намазов Ш. С. Получение комплексных азотнофосфорнокальциевых удобрений из жидкой фазы продуктов разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана» — Ташкент, 7–8-октября. — 2008 г. — С. 180–183.
9. Шеркузиев Д. Ш., Реймов А. М., Намазов Ш. С. Усовершенствованная технология получения азотно-фосфорно-кальциевых удобрений из рядовой фосмуки Центральных Кызылкумов // Сб. тез. докл. научно-практ. конф. Молодых ученых «Высокотехнологичные разработки — производству», посвященной 17-й годовщине независимости Республики Узбекистан и Году молодежи, Ташкент, 3–4 сентября 2008 г. — С. 64–67.
10. Шеркузиев Д. Ш., Реймов А. М., Намазов Ш. С. Твердые и жидкие комплексные удобрения на основе Кызылкумских фосфоритов // Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». 12–14 мая 2010. — Навои. — 2010. — С. 335–336.
11. Шеркузиев Д. Ш., Реймов А. М., Намазов Ш. С. Рентгенографические исследования фазового состава  $\text{NPKa}$ -удобрений // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан», 16–17 марта 2011 г. — Нукус. — 2011. — С. 123–124.
12. Шеркузиев Д. Ш. Изучение физико-химические и товарные свойства азотнофосфорнокальцийсодержащих удобрений // Фаннинг долзарб муаммолари ёш олимлар нигоҳида (Республика илмий-амалий конференция материаллари), 29 октябрь 2010 йил. — Тошкент. — 2010. — С. 49–50.



## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

### Проблемы защиты железобетонных сооружений от коррозии в засоленных грунтах

Ашрабова Мавжуда Аскарровна, старший преподаватель  
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

**Г**рунты и грунтовые воды во многих районах Узбекистана характеризуются содержанием растворимых в воде солей. Минерализация грунтовых вод, как правило, увеличивается с глубиной, хотя в засушливых районах наблюдается и обратная картина, когда в поверхностных слоях грунта накапливаются соли, которые в воде не растворяются.

Для строительства наземных сооружений в условиях засоления поверхностной толщи грунтов важной задачей является придание стойкости и защита от коррозии конструкций фундаментов зданий и сооружений. Вопросы защиты от коррозии подземных сооружений: тоннелей, коллекторов, ёмкостей, трубопроводов представляют задачу, которая в этой статье не будет рассматриваться.

Для современных зданий и сооружений наиболее распространены свайные фундаменты. Особенности работы такой конструкции фундаментов в случае их устройства в грунтах, содержащих минерализованные грунтовые воды или соли, не растворяющиеся в воде.

Эффективность различных способов повышения стойкости и антикоррозионной защиты железобетонных элементов в засоленных грунтах в значительной степени определяется достоверностью оценки вида и степени агрессивности среды и прогноза изменения агрессивности в период эксплуатации. При этом особенно важно определить необходимость вторичной защиты или достаточность первичной защиты. Дело в том, что применение вторичной защиты, то есть защитного покрытия, сразу изменяет допустимую величину содержания агрессивных по отношению к бетону компонентов в грунтовой среде, так как защита обычно осуществляется материалами, с заведомо значительно более высокими показателями защитных материалов, при этом имеет место сохранение покрытиями достаточной механической прочности. В то же время применение поверхностной защиты обуславливает возникновение новых технических задач, например, придание достаточной механической прочности, необходимой при погружении свай забивкой, и при этом сохранение достаточного сцепления с грунтом для висячих свай.

Прогноз изменения засоленных грунтов или грунтовых вод представляет первостепенную задачу. Следует

отметить, что в настоящее время методология определения характеристик агрессивности грунтовой среды на площадке будущего строительства производится недостаточно надёжно. Отдельные пробы воды и грунта, отобранные из скважин или шурфов, характеризуют только химический состав воды в данный период года и не дают, как правило, оснований для оценки среднего состава грунтовых вод в течение года. Зачастую, по данным анализа воды из отдельных скважин их состав резко различается, и для выбора способов защиты принимаются наиболее агрессивные показатели. Прогноз возможного изменения состава вод не производится.

Районы с засоленными грунтами на территории Узбекистана на юго-востоке, в предгорных районах при меньшей степени засоления верхних слоев. Для этих районов характерно засоление верхних слоев хорошо растворимыми хлористыми слоями и сульфатом кальция. Климат отличается малым количеством осадков и значительным испарением влаги с поверхности груза. При этом накапливаются растворимые соли магния, кальция, натрия, что характерно для континентального засоления. В результате растворения этих солей воды в аридных областях становятся сульфатно-хлоридно-натриевыми, сульфатно-натриевыми и хлоридно-натриевыми с повышенным содержанием кальция и магния.

В рассматриваемых районах даже на сравнительно малой площади можно наблюдать существенные различия по содержанию в воде некоторых солей, например, сульфатов. При глубоком залегании грунтовых вод, накопившиеся в грунтах и грунтовых водах соли могут сохраняться длительное время после прекращения процессов соленакопления.

Существенную роль в изменении гидрохимических условий районов с засолениями грунта играют искусственные факторы: строительство каналов, водохранилищ, орошение земель, эксплуатация промышленных предприятий. Одним из распространённых следствий промышленной деятельности является интенсивный подъём уровня грунтовых вод, повышение солей в воде и, как следствие, повышение степени её агрессивного воздействия.

Краткое рассмотрение некоторых особенностей районов с засоленными грунтами показывает, что суще-

ствующий подход к оценке агрессивных свойств грунтовых сред не позволяют с достаточной достоверностью учесть характер изменения агрессивных свойств во времени, а также определить исходную агрессивность. Разработка более совершенной методологии оценки агрессивных свойств грунтовых сред представляется одной из актуальных проблем настоящего времени.

Многолетние наблюдения за изменением агрессивных свойств грунтов с использованием постоянно действующих наблюдательных скважин на ряде эксплуатируемых объектов позволяют считать это направление одним из путей решения рассматриваемого вопроса.

Сущность предложения состоит в следующем. На стадии изыскательских работ часть скважин, пробуриваемых для отбора проб грунта, оборудуются фильтрами и в течение 1,5–2 лет (практически это срок между изыскательскими работами и началом строительства) периодически (1 раз в квартал) из этих скважин производится отбор проб воды с последующим определением химического состава.

По 6–8 пробам воды из каждой скважины (за 1,5–2 года) можно судить о характере изменения уровня и химического состава грунтовых вод, исключить случайные экстремальные значения и при необходимости до начала строительства внести корректировку в проектное решение по антикоррозионной защите железобетонных конструкций гидротехнических сооружений. Опыт применения таких скважин на предприятиях с агрессивными технологическими водами показал эффективность их использования и в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений.

При застройках целых районов или строительстве крупных водохозяйственных объектов в районах с засоленными грунтами целесообразно создание стационарных пунктов для контроля за изменением гидрохимических условий среды по времени. При наличии стационарных пунктов гидрологической службы указанные наблюдения могут успешно осуществлять такие пункты. Кроме этого, целесообразно разработать единую методику оценки агрессивных свойств грунтовых сред, которые чётко регламентируют порядок необходимых определений, минимальное количество проб и видов исследований, оформление результатов исследований.

В районах с засоленными грунтами и высокоминерализованными грунтовыми водами обеспечить требуемую коррозионную стойкость железобетонных конструкций только за счёт применения специальных цементов, добавок и повышенной плотности бетона часто не представляется возможным. Приходится обращаться к дополнительной защите (антикоррозионным покрытием, пропитке и т.д.). Значительные сложности возникают при этом с обеспечением требуемой коррозионной стойкости железобетонных свайных конструкций.

Как показали многолетние комплексные исследования свайных конструкций в различных агрессивных грунтовых водах эффективность различных антикоррозионных защитных мероприятий и коррозионная стой-

кость свайных железобетонных конструкций в значительной степени зависят от учёта особенностей защищаемых конструкций, технологии их изготовления, монтажа и условий работы. Основные результаты этих исследований опубликованы, поэтому можно остановиться лишь на некоторых из них. Установлено, что при забивке свай большую роль играет фактическая плотность бетона. Уменьшение плотности в пределах от В-8 до В-2 приводит к уменьшению общего количества ударов до разрушения, при прочих равных условиях, в 25–30 раз. В то же время после приложения 25%-ной ударной нагрузки проницаемость бетона возрастает на порядок.

В процессе забивки свай не представляется возможным гарантировать полную сохранность целостности бетона свай. В 80 из 100 случаев на забитых сваях при отрывке были отмечены отдельные дефекты в виде трещин, сколов бетона. При применении свай из предварительно напряжённого железобетона количество дефектов значительно уменьшается, но полностью не исключается. Отмечены случаи изгиба свай в грунте с образованием трещин в растянутой зоне. Сравнительные испытания железобетонных свай с различными антикоррозионными покрытиями после забивки и без приложения ударных нагрузок в агрессивной среде показали, что в процессе забивки защитные свойства антикоррозионных покрытий снижаются.

Бытует мнение, что свая расположена вертикально в грунте, если её верхняя часть после забивки перпендикулярна поверхности, не всегда является правильной. Если на пути сваи при забивке встречаются какие-либо препятствия на глубине 4–5 метров, то остриё сваи отклоняется от продольной оси, на верхняя часть сваи при забивке встречаются сваи при этом сохраняет перпендикулярность к поверхности. Если учесть, что практически доступ к сваям в процессе эксплуатации сооружения для осмотра и ремонта исключается, то срок эксплуатации покрытия должен определяться проектным сроком службы сооружения.

В свою очередь, защитные покрытия будут оказывать различное влияние на процесс погружения свай в грунт, а для «висячих» свай на величину несущих способности конструкции в результате изменения трения грунта по боковой поверхности сваи. При использовании для защиты свай горячих битумных покрытий в процессе их забивки в речные глинистые отложения величина бокового трения грунта снизилась на 80%.

Снижение величины бокового трения грунта при применении ряда покрытий (этинолевых, эпоксидных, битумных) в процессе забивки свай было отмечено в лёссовых грунтах и в неоднородных грунтовых средах Бухары. Величина снижения бокового трения грунта в значительной степени зависит от шероховатости покрытия. Введение в последний покровный слой покрытия крупного кварцевого песка в определенном соотношении (1:1) к основе покрытия позволяет не только исключить снижение несущей способности висячих свай, но и несколько повысить величину последнего. Однако введение значительного количества наполнителя (квар-

цевого песка) в покровный слой покрытия (больше 1:1), увеличивая трение свай с грунтом, приводит к нарушению целостности покрытия.

Применение частичной пропитки свай различными полимерными материалами как вида антикоррозионной защиты, по аналогии с поверхностными покрытиями, будет также оказывать влияние на процесс погружения свай и величину несущей способности свай. Необходимо отметить, что для пропитки свай целесообразно использовать полимерные материалы, которые не приводят к значительным изменениям прочностных и деформативных свойств бетона.

Из вышеизложенного становятся очевидными трудности, с которыми приходится сталкиваться при решении вопросов обеспечения долговечности железобетонных свайных конструкций. Поэтому не случайно количество покрытий для антикоррозионной защиты свай в действующих нормативных документах ограничено.

Обобщение результатов комплексных исследований приводит к следующим выводам:

1. Железобетонные свайные конструкции с различными защитными покрытиями в агрессивных средах при изучении и оценке их коррозионной стойкости следует рассматривать как единую систему, состоящую из «бетона-покрытия-окружающей грунтовой среды» рассматривать как единую систему, состоящую из «с учётом особенностей взаимного влияния компонентов системы друг на друга и на коррозионную стойкость конструкции в целом»;

2. Эффективность и требования к защитным покрытиям свайных конструкций определяются с учётом особенностей защищаемых конструкций, условий их монтажа и особенностей защищаемых конструкций, условий их монтажа и эксплуатации;

3. Применение покрытий не исключает обязательного соблюдения требований плотности и монолитности бетона, предназначенного для работы в агрессивной среде.

### Литература:

1. В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузеев. Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. М. 1998.
2. В. Ф. Степанова. Долговечность строительных конструкций. М. 1997
3. В. Ф. Степанова, С. Н. Алексеев. Количественная оценка защитных свойств бетона. Киев, 1998.
4. Руководство по обеспечению сохранности арматуры в конструкциях из бетонов в агрессивных средах. М., 1999.

## Конструктивно-технологические мероприятия по борьбе с заилением малых и средних русловых водохранилищ

Давранов Гуламжан Турабович, кандидат технических наук, доцент;  
Фырлина Галина Львовна, старший преподаватель  
Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

**М**ноголетний мировой опыт эксплуатации водохранилищ показывает, что процессы заиления и занесения их объемов отложениями наносов являются одним из важнейших факторов, определяющих эффективность их эксплуатации и экологическую обстановку на прилегающих территориях. Отложения донных и взвешенных наносов, транспортируемых рекой, в чаше водохранилища и в речном русле выше по течению вызывают уменьшение его регулирующей емкости и удлинение создаваемой им кривой подпоры с увеличением зоны затопления прибрежной территории в ее пределах. Кроме того, в результате задержания в водохранилище основной массы речных наносов, в нижний бьеф сбрасывается осветленная вода, что приводит к интенсификации размыва отводящего речного русла и снижению уровня воды на большой длине ниже плотины. Вместе с тем забор осветленной воды из водохранилища в отходящие от него ниже по течению оросительные каналы, увеличивает фильтрационные потери воды из них. Это объясняется частичным смывом образовавшегося ранее при пропуске мутной воды колыматационного слоя, что ведет к постепенному ухудшению плодородия орошаемых земель, предотвращению поступления на них или-

стых фракций взвешенных наносов, улучшающих структуру почв. Поэтому для обеспечения эффективной и рациональной эксплуатации проектируемых или реконструируемых водохранилищ, необходимо при разработке проектов выполнить прогностические расчеты перечисленных выше явлений и на их основе разработать решения по борьбе с ними [1].

Мероприятия по борьбе с процессом заиления водохранилищ можно разделить на две основные группы [1]. К первой группе относят противоэрозионные мероприятия на площади водосбора реки, сток которой регулирует водохранилище. Мероприятия этой группы направлены на уменьшение твердого стока реки, путем обработки почвогрунтов водосбора агротехническими, лесомелиоративными и другими приемами или регулирования процесса формирования стока гидротехническими устройствами. Мероприятия второй группы проводят на склонах чаши и в самой чаше водохранилища в следующих целях: для предотвращения водной и ветровой эрозии на склонах, прилегающих непосредственно к чаше; укрепления берегов чаши и откосов плотины; удаления наносных отложений из чаши, гидравлическим, гидромеханическим или механическим

способами; создание такого режима работы гидроузла, который обеспечивает максимум транзитного пропуска части стока наносов в нижний бьеф и т.п.

В дальнейшем подробно рассматриваются только мероприятия второй группы, так как предлагаемый авторами способ и инженерная конструкция для его осуществления, относятся к этой группе.

Многие исследователи и инженеры-гидротехники, эксплуатирующие водохранилища, считают, что наиболее экономически целесообразным и эффективным способом является гидравлическое удаление (промыв) наносных отложений в водохранилище, с использованием перепада между уровнями воды в бьефах гидроузла.

В тех случаях, когда слой заиления достигает значительных размеров и гидропромыв наносных отложений становится невозможным (из-за гидрологических, гидротехнических или эксплуатационных условий) может применяться механическая очистка с разработкой наносных отложений, экскаваторами, бульдозерами, средствами гидромеханизации или специальными устройствами. Однако, последние требуют больших затрат денежных средств.

В последние годы на зарубежных водохранилищах начинают применять очистку с использованием современных механизмов и устройств на базе новой техники. Так, например, на водохранилищах Швейцарии [1] применяют установки со сложными конструкциями, которые состоят из подводного устройства, производящего разработку наносных отложений и транспорт пульпы и надводной системы, служащей для управления работой всей установки. Однако, как показывает практика использования таких установок, ввиду их низкой производительности, широкое применение на водохранилищах экономически вряд ли целесообразно.

Существенное влияние на процесс заиления водохранилища оказывает режим его работы — ход наполнения и пропуска излишних расходов, опорожнения и др. Важное влияние оказывает увязка этого хода с процессом изменения, расходов и мутностей реки. В малых водохранилищах сезонного регулирования быстрое наполнение до НПУ за счет полного задержания очень насыщенных наносами паводковых расходов, обычно приводит к интенсивному заилению регулирующей емкости [2]. Теория регулирования речного стока рекомендует для уменьшения заиления так называемый второй вариант наполнения, при котором во время паводков в водохранилищах поддерживают низкие уровни воды близкие к уровню мертвого объема. Это позволяет значительную часть, твердого стока реки транзитом сбросить в нижний бьеф. Однако, режим работы водохранилища с таким вариантом наполнения может с успехом применяться только тогда, когда имеющиеся прогнозы стока воды достаточно достоверно гарантируют возможность наполнения водохранилища до НПУ в период прохождения расходов реки после прекращения паводков. Между тем современные методы прогноза из-за низкой достоверности такой гарантии не дают. Сток воды средних паводков входит в общий объем водных ресурсов используемый в народном хозяйстве [2].

Достаточно эффективных универсальных способов и мероприятия по борьбе с процессом заиления водохранилищ пока еще нет. Предлагаемые специалистами и используемые на некоторых низконапорных гидроузлах методы удаления наносных отложений гидропромывом, механической очисткой и другими способами, неприменимы в условиях малых и средних водохранилищ, из-за недостатка расходов воды в реке для промыва и очень высокой стоимости производства работ по механизированной очистке.

На основании вышеизложенного и учитывая проблемы, имеющиеся пока в прогнозировании заиления и методах борьбы с ним в условиях малых и средних водохранилищ, была сформулирована следующая цель наших исследований: на основе натурного и лабораторного изучения факторов, влияющих на процесс заиления водохранилища разработать конструктивно-технологическое мероприятие по борьбе с этим явлением.

Для достижения поставленной цели было необходимо решать следующие задачи:

1. На основе анализа многолетних гидрологических и эксплуатационных данных установить основные закономерности изменения
2. наблюдавшихся паводков, в частности изменение концентрации и размеров наносов в волне паводка, а также характеристик режима работы водохранилища — хода наполнения, сброса и опорожнения.
3. Провести натурные исследования по изучению гидрологии,
4. детального наносного режима, эксплуатационного режима и динамики
5. процесса заиления на конкретных объектах.
6. На основе результатов этих исследований и анализа проработок, имеющихся в области моделирования гидравлических явлений,
7. разработать рекомендацию к методике моделирования движения взвешенного потока при большой концентрации взвешенных наносов.
8. Провести экспериментальные исследования в гидравлической лаборатории, посвященные изучению изменения мутности потока в подпорном бьефе по длине и распределения наносов по фракциям в верхнем бьефе, а также изучению влияния урванного режима верхнего бьефа и расположения порога водосбросных отверстий на процесс заиления. На пространственной модели изучить — влияние глубокой русловой части чаши водохранилища на процесс формирования наносных отложений в верхнем бьефе гидроузла.
9. Разработать конкретное конструктивное мероприятие для удаления наносов из водохранилища, учитывающее природные, эксплуатационные и другие факторы, влияющие на режим работы малых и средних водохранилищ.

Задачей предлагаемого конструктивного мероприятия является повышение надежности эксплуатации водохранилищного гидроузла и урожайности сельхозкультур, которые находятся в зоне командования водохранилища [3, 4].



Для средних и малых водохранилищ поставленная задача решается тем, что в устройстве для борьбы с заилением таких водохранилищ от наносов, включающем канал, выполненный в зоне полезного объема чаши водохранилища, построенного на русле реки, и сбросное отверстие в теле плотины, снабженное затвором, канал выполненный с длиной от 600 до 800 м, глубиной 4–3 м и шириной по дну 6–8 м, сообщается с двухкамерным отстойником, первая по оси движения потока камера которого имеет продольный уклон дна не менее уклона естественного русла реки в чаше водохранилища (Рис.-1). При этом глубина первой камеры равна глубине канала, ее ширина в 3–4 раза превышает ширину канала, а длина составляет одну четвертую часть от длины канала. За первой камерой по оси движения потока размещена вторая камера, продольный уклон дна которой выполнен равным нулю, при этом ширина второй камеры равна ширине первой камеры, а длина — в 2,5–3 раза превышает длину первой камеры, причем начальная глубина второй камеры определяется по формуле:

$$h_2 = L_3 \cdot i_k, \text{ м}$$

где:  $h_2$  — начальная глубина второй камеры, м;

$L_3$  — длина второй камеры, м;

$i_k$  — продольный уклон канала,

Конечная глубина второй камеры не менее глубины первой камеры, кроме того во второй камере отстойника размещен грунтозаборник, связанный трубопроводом со сбросным отверстием.

В основу предлагаемых конструктивных мероприятий заложена идея управления движением взвешенного потока в верхнем бьефе водохранилища и обеспечение возможности осаждения основной массы твердого стока в специально предусмотренном, двухкамерном (с различными продольными уклонами дна каждой камеры) отстойнике, который находится на расчетном расстоянии от входного створа. Управление в период вегетации сбросом взвешенных наносов из второй камеры производится через водовыпуск в нижний бьеф плотины для подачи их на орошаемые поля в качестве естественного удобрения, что осуществляется с применением способов гидромеханизации с последующей очисткой донных наносов из первой камеры с применением механических способов (используя экскаваторы, автосамосвалы и др.) после опорожнения воды в верхнем бьефе до отметки, соответствующей границе между первой и второй камерами.

Выполнение канала с длиной 600–800 м обеспечивает прямолинейное движение основной массы донных и взвешенных наносов по каналу и попадание их в отстойник, устроенный по оси движения мутного потока. Глубина 3–4 м и ширина 6–8 м канала обеспечивает равномерное движение мутного потока по оси канала в сторону отстойника, предотвращая при этом растекание наносов по ширине чаши водохранилища в зоне его полезного объема, вследствие чего полезный объем чаши водохранилища защищается от наносных отложений. Все это приводит к увеличению срока службы водохранилища и повышению надежности гидротех-

нических сооружений в период урегулирования паводковых и селевых потоков в водохранилище.

Выполнение отстойника двухкамерным позволяет разделить наносы по размеру. Первая по оси движения потока камера отстойника, выполненная с продольным уклоном не менее уклона естественного русла реки, принимает равномерно движущийся мутный поток.

Глубина первой камеры принята равной глубине канала, а ширина в 3–4 раза превышает ширину канала. Это обеспечивает равномерное растекание мутного потока по ширине камеры и в 2–3 раза уменьшает скорость движения наносов. В результате чего, происходит интенсивное осаждение донных наносов по ширине камеры. Длина камеры, экспериментально установлена, что составляет одну четвертую часть от длины канала, обеспечивает осаждение всех донных наносов в пределах первой камеры, при этом мельчайшие донные наносы с размерами частиц  $d = 0,05\text{мм}$  осаждаются преимущественно в конце камеры. Превышение длины второй камеры в 2–3 раза по сравнению с длиной первой камеры при продольном уклоне дна равном нулю позволяет создать вдоль этой камеры гидродинамическое равновесие мутного потока и дополнительно осадить все взвешенные наносы с размерами частиц  $d < 0,05\text{мм}$ . С помощью математической формулы определяется начальная глубина второй камеры, через которую достигается горизонтальность дна, вследствие чего, обеспечивается гидродинамическое равновесие в камере и тем самым создаются условия для осаждения более 80% взвешенных наносов во второй камере.

Все это позволяет защитить водохранилище от наносных отложений и сохранить расчетный объем его чаши. Таким образом, не происходит потери полезного объема, что существенно повышает эксплуатационную надежность водохранилищного гидроузла в целом.

К примеру, для водохранилища с полезным объемом 16–18 млн.м<sup>3</sup> и уклоном естественного русла 0,011 реки, прямолинейный канал 4 имеет длину  $L_1 = 700$  м, глубину  $h_k = 4$  м и ширину  $b_k = 6$  м, а продольный уклон его равен, уклону естественного русла 2 реки и составляет  $i_k = i_p = 0,011$ , при этом размеры камеры 5 следующие: глубина  $h_1 = h_k = 4$  м, ширина  $b_{k5} = 3 \cdot b_k = 3 \cdot 6 = 18$  м,

а длина  $L_2 = \frac{L_1}{4} = \frac{700}{4} = 175$  м, и размеры второй ка-

меры — длина  $L_3 = 2,5 \cdot L_2 = 2,5 \cdot 175 = 437$  м, ширина  $b_{k6} = 18$  м, конечная глубина  $h_3 = h_1 = 4$  м и начальная глубина  $h_2$  камеры 6 определяется по формуле:

$$h_2 = L_3 \cdot i_k = 437 \cdot 0,013 = 5,7 \text{ м}$$

Конечная глубина  $h_3$  камеры 6 может быть равной глубине  $h_1$  камеры 5 или превышать ее.

В камере 6 отстойника размещен грунтозаборник 7, связанный трубопроводом 8 со сбросным отверстием 9, снабженным затвором, выполненным в грунтовой плотине 1. Грунтозаборник 7 связан также с плавсредством 10.

В период паводка мутный поток, пройдя по каналу 4, поступает в камеру 5, где в 2–3 раза снижает скорость и равномерно растекается по ширине камеры 5. Частицы наносов с размерами  $d > 0,05\text{мм}$  оседают в камере 5.



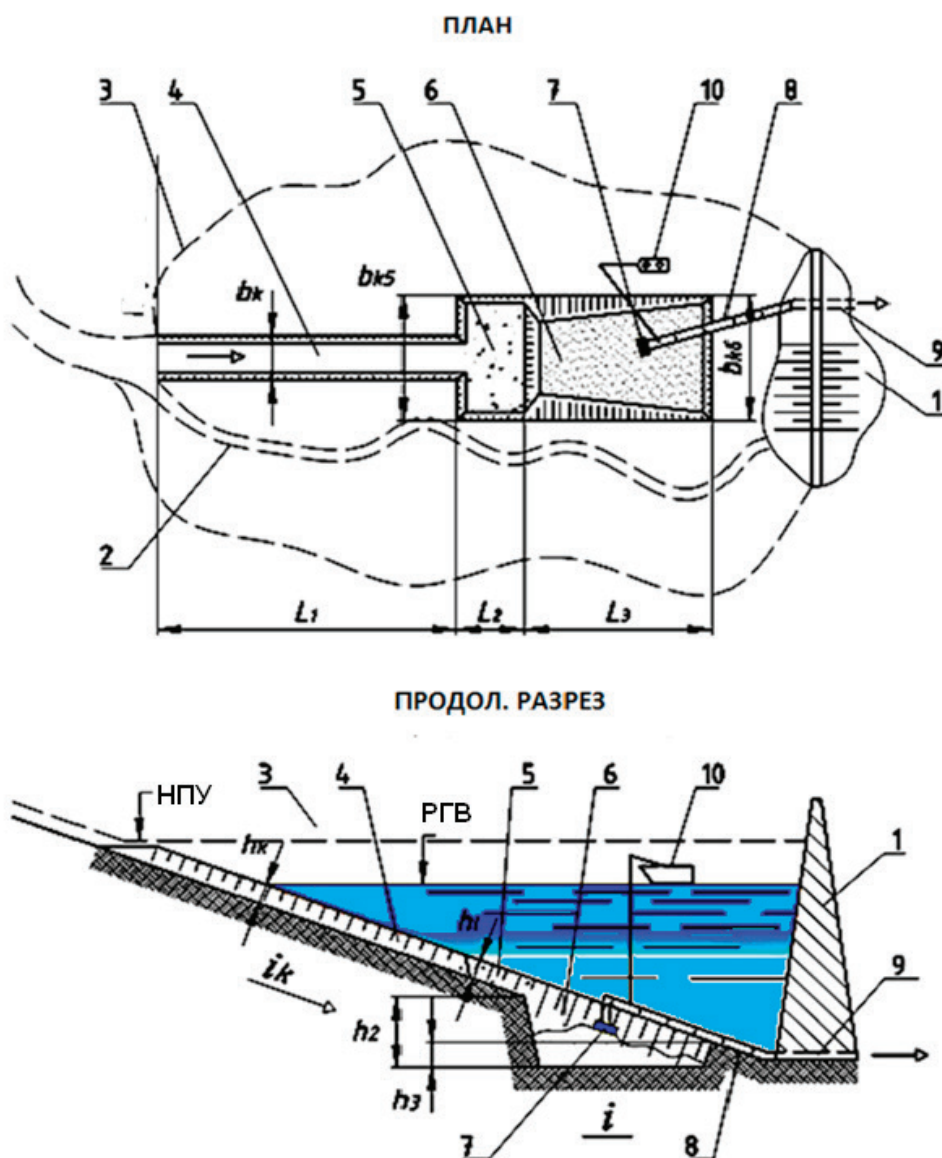


Рис. 1. Конструктивно-технологические мероприятия по борьбе с заилием малых и средних русловых водохранилищ: 1 – плотина; 2 – естественное русло; 3 – граница НПГ; 4 – искусственное русло (канал); 5 – первая камера; 6 – вторая камера; 7 – грунтозаборник; 8 – трубопровод; 9 – водовыпуск; 10 – плавсредства

Наносы с размерами частиц  $d < 0,05$  мм с потоком поступают в камеру 6 и оседают в ней ввиду того, что продольный уклон  $i$  дна камеры 6 равен нулю и, тем самым, в пределах камеры 6 обеспечивается динамическое равновесие мутного потока, в результате чего и происходит интенсивное осаждение взвешенных наносов.

В период вегетации, при заданном рабочем горизонте воды (РГВ) в верхнем бьефе водохранилища, из камеры 6 наносные отложения сбрасываются в нижний бьеф через грунтозаборник 7, связанный с плавсредством 10 и трубопроводом 8 для отвода пульпы, который подключен к сбросному отверстию 9.

После сработки верхнего бьефа водохранилища 3, в камерах 5 и 6 остаётся определенный объем воды, который обеспечивает нормальное сохранение средств гидромеханизации.

Удаление донных наносов из первой камеры 5 осуществляется путём применения механических способов

(используя экскаваторы, автосамосвалы и др.) после опорожнения воды в верхнем бьефе до отметки, соответствующей границе между камерами 5 и 6.

**Таким образом, использование данного конструктивного мероприятия позволяет достичь следующих конкретных результатов:**

- конструктивное мероприятие, предусмотренное в данной работе, практически не влияет на установленный режим работы средних и малых водохранилищ;

- с помощью этих мероприятий в водохранилище производится успешное урегулирование паводковых и селевых потоков и обеспечиваются безопасные работы всех сооружений водохранилищного гидроузла;

- с помощью этих мероприятий можно сбрасывать в нижний бьеф более 60–80% наносов, поступающих в водохранилище, что приводит к су-

ущественному увеличению сроков службы таких гидроузлов;

— сброс в нижней бьеф из второй камеры отстойника мелких коллоидных наносов, имеющих свойства естественного удобрения, в период

вегетации приводит к существенному улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель зоны командования водохранилища, что в свою очередь повышает урожайность сельхозкультур.

### Литература:

1. Давранов Г. Т. Повышения эффективности эксплуатации селеводохранилищ. Монография, Ташкент — ТИИМ — 2014. 185с.
2. Давранов Г. Т. Режим работы малых водохранилищ адырных зон Ферганской долины и их заилие // Вопросы русловой гидротехники с учетом усиливающейся роли антропогенной деятельности в речных бассейнах Средней Азии / САНИИРИ. — Ташкент, 1990. — С. 40—48.
3. Давранов Г. Т., Юсупов А. А. Некоторые результаты лабораторных исследований заилиения селеводохранилищ // Пути комплексного совершенствования мелиорации и водного хозяйства / САНИИРИ, — Ташкент, 1987. — С. 71—76.
4. Давранов Г. Т., Юсупов А. А. Влияние режима работы водопропускных отверстий на процесс заилиения малых водохранилищ // Тезисы докл. Всесоюз. Конф. Молодых ученых. Пути повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях их нарастающего дефицита. — Ташкент, 1988. — С. 35.

## Синхронизированный с биоритмами магнитотерапевтический аппарат

Куликов Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;

Долгова Юлия Николаевна, магистрант;

Есаулова Кристина Александровна, магистрант

Тамбовский государственный технический университет

В современной медицинской практике очень широкое распространение получила магнитная физиотерапевтическая аппаратура. Основные методические подходы использования магнитотерапевтической системы заключаются в следующем [1]. В соответствии с функциональным нарушением или конкретным заболеванием производится выбор магнитотерапевтического воздействия. Для этого вначале определяются характеристики модуляции магнитного поля для конкретного органа или системы организма человека с использованием базы данных.

Затем осуществляется выбор характеристик напряженности магнитного поля. Этот выбор реализуется в виде диагностической подсказки, которая базируется на определении уровня адаптационной способности организма пациента по соответствующим номограммам. Конкретному уровню адаптационной способности соответствует свое значение напряженности магнитного поля, выраженного в процентах от номинального. На этой основе проводится выбор необходимой для коррекции состояния организма напряженности магнитного поля.

Современные представления о механизмах лечебного действия слабых МП позволяют выдвинуть гипотезу о том, что в основе биоэнергоинформационной саморегуляции организма, как динамической системы, лежит принцип биорезонанса. Вследствие этого, используя биорезонансный эффект, можно целенаправ-

ленно влиять на функциональное состояние организма в плане его ускоренного восстановления путем воздействия определенными факторами и, в частности, слабыми магнитными полями.

Ритмы функционирования различных структур организма имеют очень широкий частотный диапазон — от 0 до  $10^{15}$  Гц и шире [2]. Рабочие ритмы функциональных систем имеют более узкий частный диапазон — от  $10^{-5}$  до  $10^3$  Гц. Резонансные явления связаны со структурой, а синхронизация — с функцией этих структур. При использовании физиотерапевтического фактора в качестве управляющего биосистемой сигнала необходимо учитывать иерархию биологических ритмов данной биосистемы и их соподчиненность, а также важность достижения синхронизации ритмов действующего фактора с соответствующим ритмом функционирования биологической системы.

На этой основе разработана концепция биосинхронизации физиотерапевтического воздействия, стержнем которой являются следующие положения:

— достижение желаемого клинического эффекта при воздействии физиотерапевтическим фактором с оптимальным для регуляторных процессов энергетическими параметрами зависит от синхронизации ритма, действующего фактора с должным ритмом функционирования соответствующей биосистемы в норме;

— при выраженном нарушении функции системы достижение желаемого клинического результата зависит

от стойкого эффекта навязывания определенного ритма колебательного процесса действующим фактором соответствующей функциональной системе организма человека, требующей коррекции ее деятельности, при оптимально минимальных энергетических параметрах этого фактора.

Воздействие внешнего физического фактора инициирует изменения электромагнитного взаимодействия его различных структур и систем. Целостная биологическая система является диссипативной, саморегулирующейся системой.

Различные вариации клинических результатов от воздействия внешнего физического фактора находятся в прямой зависимости от энергетических параметров этого фактора, от участка воздействия на теле пациента (локализации воздействия), а также от времени и периодичности действия фактора на организм. Именно от плотности потока мощности действующего физического фактора в виде магнитного излучения, от локализации, от времени воздействия на одно поле или от длительности однократной процедуры при нескольких полях воздействия (доза воздействия), от периодичности процедур и длительности курса физиотерапии зависит конечный клинический эффект.

Следует отметить, что любые колеблющиеся объекты имеют тенденцию к синхронизации друг с другом, при этом основными являются следующие свойства синхронизации:

- для синхронизации колебательных процессов отсутствует энергетический порог взаимодействия, связь возникает при минимальных значениях силы взаимодействия;
- ухудшение режима синхронизации происходит при повышении кратности соотношения частот колебательных процессов объектов, наилучшая синхронизация — при соотношении 1:1;
- при синхронизации происходит установление определенного соотношения начальных фаз движения

объектов, т.е. имеется набор устойчивых состояний объектов для акта синхронизации;

- для синхронизации свойственен эффект усреднения частоты: средняя частота всегда меньше наибольшей и больше наименьшей частоты колебаний объектов.

Для реализации принципа биорезонанса необходимо выбрать функциональные параметры пациента, совпадающие по частоте с работой низкочастотной магнитотерапии. Наибольшее предпочтение здесь отдадим биоритмам мозговой активности, и в частности, альфа-ритмам, которые выявляются при проведении электроэнцефалограммы в состоянии пассивного бодрствования и представляет собой синусоидальные колебания частотой 8–13 Гц и амплитудой 40–100 мкВ [2]. Альфа-активность зрелого мозга обычно модулирована в веретена и преобладает преимущественно в затылочных областях (связана с функционированием зрительного анализатора)

Так как терапия низкочастотная и представляет собой колебания, частота которых до 50 Гц, то для достижения наибольшего лечебного воздействия при синхронизации магнитного излучения с биоритмами организма целесообразно использовать датчик  $\alpha$ -ритма. Во-первых, частота  $\alpha$ -ритма попадает в диапазон низкочастотной магнитотерапии. Во-вторых,  $\alpha$ -ритм регистрируется в состоянии пассивного бодрствования, в котором как раз таки находится пациент во время проведения магнитотерапевтической процедуры.

Обобщенная структурная схема системы синхронизированной магнитной терапии с устройством контроля и корректировки магнитного излучения представлена на рисунке 1.

Ритм работы задается генератором, управляемым напряжением (ГУН), частота и фаза которого соответствуют синхронизирующему ритму пациента. Это обеспечивается системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), включающей кроме ГУН еще фазовый детектор и фильтр низких частот.

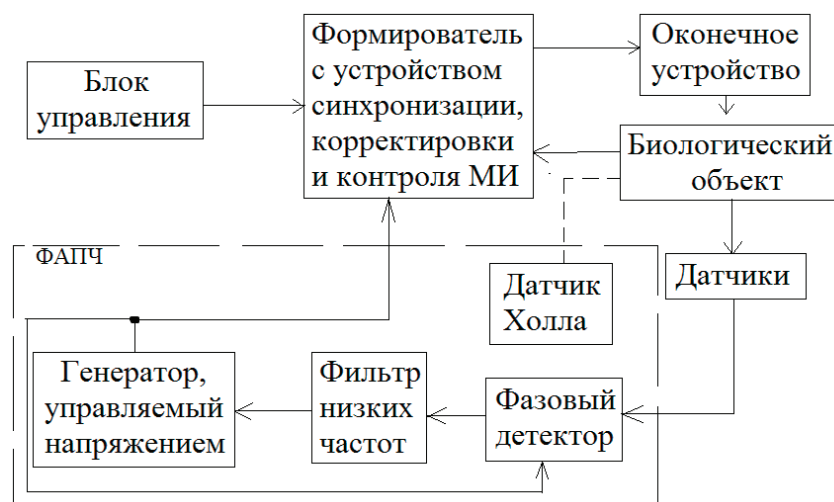


Рис. 1. Структурная схема системы синхронизированной магнитной терапии с устройством контроля и корректировки магнитного излучения

С помощью блока управления задается набор биотропных параметров магнитного поля. Функционально блок управления содержит датчики частотно-временных параметров, параметров синхронизации интенсивности магнитного поля и др.

Формирователь предназначен для получения тока определенной формы в индукторах и содержит преобразователь вида тока питания индуктора в виде выпрямительного диода. В состав формирователя входит усилитель мощности.

Оконечное устройство предназначено для формирования магнитного поля и представляет собой индуктор или набор индукторов (излучателей магнитного поля),

выполненных в виде электромагнитов, соленоидов коротких (плоских) катушек индуктивности.

Датчик Холла служит для визуализации мощности магнитного излучения, сигнал от датчика Холла поступает на усилитель, в результате чего образуется отрицательная обратная связь, с помощью которой автоматически будет контролироваться коэффициент усиления усилителя для исключения возможности лавинообразного усиления тока индукторов в окончательном устройстве.

Таким образом, показана возможность создания магнитной физиотерапевтической аппаратуры, синхронизированной с биоритмами человека для достижения желаемого эффекта от лечебного воздействия.

## Литература:

1. Улащик, В. С. Очерки общей физиотерапии. — Минск: Наука и техника, 1994. — 200 с.
2. Сердюк, В. В. Магнитотерапия: прошлое, настоящее, будущее: Справочное пособие. — Киев: Азимут-Украина, 2004. — 576 с.
3. Бриль, М. А. Магнитотерапия самостоятельно. — М.: Вектор, 2010. — 160 с.

## Молотильный барабан

Липовский Марат Исаакович, доктор технических наук, старший научный сотрудник;

Перекопский Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Зыков Андрей Владимирович, научный сотрудник

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (г. Санкт-Петербург)

*Приводится описание устройства, относящегося к сельскохозяйственному машиностроению, в частности, к молотильным устройствам для обмолота сельскохозяйственных культур.*

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, молотильное устройство, зубовой бич, обмолот

**И**зобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности, к молотильным устройствам для обмолота сельскохозяйственных культур.

Известны устройства для обмолота зерновых культур [1, 2, 3], включающие в себя барабан с зубowymi рабочими элементами и расположенную под ним деку, соотношение между суммарной длиной обтекаемых планок и суммарной длиной всех рабочих элементов составляет 1:3—1:6.

Недостатком устройств является меньшая, чем широко применяемого барабана бильного молотильного устройства, эффективность при обмолоте некоторых мелкосеменных культур, например, семенников трав, требующих более жесткого воздействия.

Наиболее близким к предложенному устройству по техническому решению является молотильный барабан [4], включающий в себя корпус с образующими выступы подбичниками и закрепленными на них зубowymi рабочими элементами, по крайней мере на двух из которых размещены обтекаемые планки, а остальные все или часть снабжены откидными обтекаемыми планками, закрепленными на шарнирно связанных с подбичниками корпуса пластинах и зафиксированными на кор-

пусе в нерабочем положении с возможностью перевода в рабочее положение.

Недостатками известных устройств [4, 5, 6] является усложненность конструкции и технологии изготовления, в частности, балансировки барабана, шарнирной связью части обтекаемых планок с корпусом барабана, а также передача на элементы молотильного барабана значительных динамических нагрузок при встрече обтекаемых планок барабана с находящейся на деке обмолачиваемой культурой.

Задачей предлагаемой устройством является упрощение конструкции и повышение технологичности изготовления молотильного барабана, а также уменьшение передаваемой динамической нагрузки.

Указанная задача решается за счет того, что в молотильном барабане, включающем в себя корпус, образованный дисками, связанными между собой образующими выступы подбичниками, и закрепленные на них зубовые рабочие элементы с размещенными на четырех из них диаметрально противоположными обтекаемыми планками, суммарная длина которых равна двойной длине молотильного элемента, перекрываемого тремя обтекаемыми планками, две из которых сдвинутыми к противоположным краям молотильного элемента, а третья



планка перекрывает часть длины, не перекрытую первыми двумя планками, все остальные зубовые рабочие элементы снабжены съемными изогнутыми планками, крепящимися к подбичникам и имеющими обтекаемую рабочую поверхность, идентичную поверхности обтекаемых планок и так же, как и последняя, удаленную в рабочем положении от вершины зуба.

Новые существенные признаки.

1. Зубовые рабочие элементы барабана без установленных на них постоянно обтекаемых планок снабжены съемными изогнутыми планками, крепящимися в рабочем положении к подбичникам.

2. Поверхность съемных изогнутых планок идентична поверхности обтекаемых планок.

3. Поверхность съемных изогнутых планок так же, как и поверхность обтекаемых планок, удалена в рабочем положении от вершины зуба.

Перечисленные новые существенные признаки в совокупности с известными позволяют получить результат во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Технический результат — обеспечение высокой технологической эффективности и рационального расхода энергии при обмолоте всех культур, убираемых зерноуборочными комбайнами — достигается за счет того, что:

1. конструкция барабана позволяет изменять количество рабочих элементов с низкими зубьями;

2. основной вариант барабана с неустановленными на зубовых рабочих элементах съемными изогнутыми планками применим при уборке зерновых культур, которые в зерновом балансе России составляют 90%.

Вариант барабана с неустановленными на зубовых рабочих элементах съемными изогнутыми планками высоко эффективен при уборке зерновых колосовых культур, которые в зерновом балансе России составляют 90%. В частности, пропускная способность молотильного аппарата, по сравнению с бильным, выше на 18–24%, потери зерна меньше в 1,5–2,0 раза, микротравмирование зерна меньше на 30–40%, энергоемкость обмолота ниже на 20–30%, что позволяет уменьшить расход горючего при работе комбайна на 13–19% и соответственно выброс выхлопных газов в атмосферу, снижая негативное воздействие на экологию.

При уборке мелкосеменных культур, например, клевера, требующих более жесткого воздействия, более эффективен барабан с установленными съемными изогнутыми планками.

Отличительные признаки заявляемого устройства не вытекают с очевидностью из известного уровня техники, что говорит об их соответствии требованиям к полезной модели.

Предлагаемое устройство поясняется рисунками 1–3:

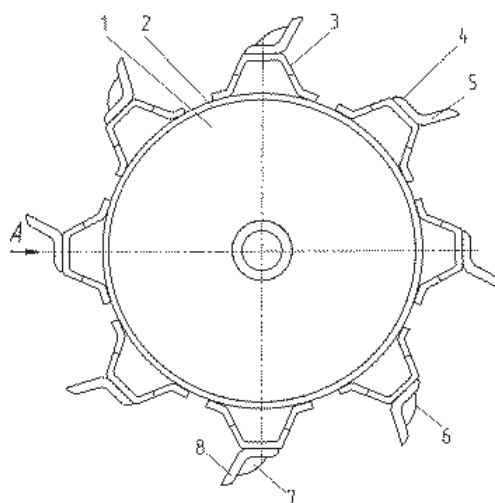


Рис. 1. Вид на барабан сбоку

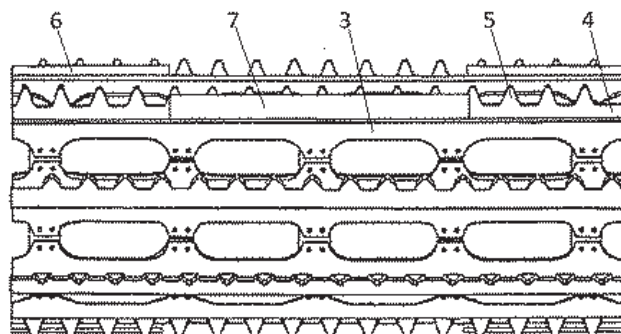


Рис. 2. Вид на барабан по стрелке А



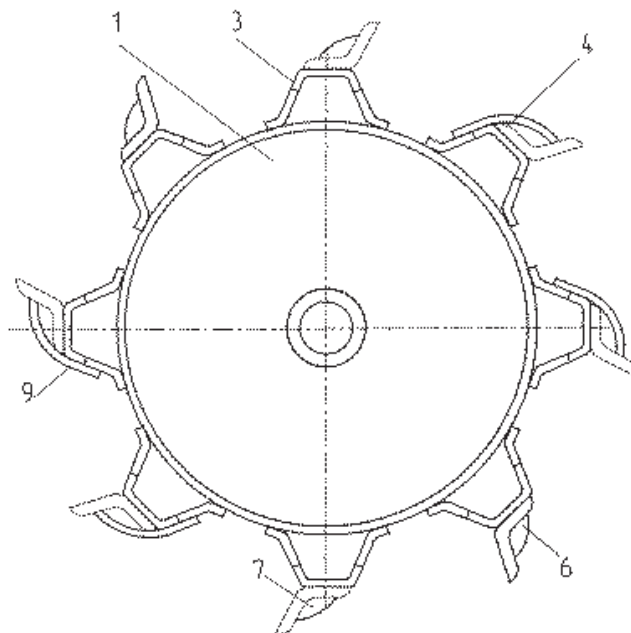


Рис. 3. Вид на барабан сбоку с установленными съемными изогнутыми планками

Молотильный барабан содержит корпус 1, образованный дисками 2 и образующими выступы подбичниками 3, и закрепленные на последних рабочие элементы 4 с зубьями 5 (зубовые рабочие элементы). На четырех попарно диаметрально противоположных элементах перед зубьями 5 установлены обтекаемые планки 6 и 7. Две обтекаемые планки 6, сдвинутые к противоположным краям одного зубового рабочего элемента, и планка 7 установленная на другом зубовом рабочем элементе, перекрывают длину зубового рабочего элемента. Обтекаемые планки 6 и 7 частично перекрывают зубья 5 по длине так, что рабочая часть 8 последних оказывается короче, чем зубья 5 остальных рядов. Остальные зубовые рабочие элементы снабжены съемными изогнутыми планками 9, которые могут крепиться с помощью разъемных соединений, например болтовых, к подбичникам 3. Планки 9 имеют рабочую поверхность, идентичную поверхности обтекаемых планок 6 и 7 и также, как последние, удаленную в рабочем положении от вершины зуба 5. Зубья 5 рабочих элементов 4 могут быть расположены на корпусе 1 по винтовой линии или в шахматном порядке так, что соседние следы зубьев частично перекрывают друг друга, а вершины всех зубьев 5 лежат на одной цилиндрической поверхности.

Молотильный барабан может работать в двух вариантах — без использования съемных изогнутых планок 9 и с закрепленными на подбичниках съемными изогнутыми планками 9. Первый вариант используется при уборке зерновых колосовых и некоторых других культур. Второй вариант используется при уборке семенников трав и других труднообмолачиваемых культур.

Молотильный барабан в составе молотильного устройства в обоих вариантах работает следующим образом. Подаваемая растительная масса на входе в молотильное устройство подвергается обмолоту ударами рабочих элементов 4 и отбрасывается на деку (на ри-

сунках не показана). На входе обмолачивается большая часть зерна. Отброшенная к поверхности деки масса при продвижении ее под действием рабочих элементов 4 барабана подвергается дальнейшему обмолоту ударами и вытиранием. Одновременно с обмолотом происходит сепарация зерна и мелких примесей через отверстия деки.



**Литература:**

1. Патент RU 2239305 C1, 30.04.2003.
2. Липовский М. И., Перекопский А. Н., Сухопаров А. И. Молотильный аппарат для уборки зерна восковой спелости / Сельскохозяйственные вести, 2004. № 4. — С. 5–7.
3. Патент RU 2281642 C2, 20.08.2006.
4. Патент RU 2490861 C1, 27.08.2013.
5. Патент RU 2400049 C1, 27.09.2010.
6. Патент RU 2400050 C1, 27.09.2010

**Устройство для венопункций**

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор  
Тюменский государственный университет

Комаров Антон Петрович, врач-интерн;

Суфианова Галина Зиновьевна, доктор медицинских наук, профессор  
Тюменский государственный медицинский университет

*В медицинской практике нередко возникает необходимость проведения пункции вены для введения лекарственного средства или с целью взятия крови. Чаще всего венопункцию проводит медицинская сестра, причем не всегда в условиях хорошей видимости. Предлагается устройство для проведения пункции вены в условиях ограниченной видимости сосуда.*

**Ключевые слова:** венозный сосуд, устройство для пункции

**П**олезная модель относится к области медицины и медицинской технике, а именно к устройствам, предназначенным для проведения венопункций в условиях ограниченной видимости сосуда.

Цель полезной модели — обеспечение возможности быстрой и точной венопункций в клинической практике.

В условиях лечебного учреждения проведение венопункций с целью забора крови или введения лекарственных веществ требует хорошего навыка этой процедуры. В раннем детском возрасте, когда сосуды очень тонкие и малозаметные, использование стандартного шприца может оказаться болезненным, поскольку возможен длительный поиск венозного сосуда. Успех процедуры в этом случае во многом зависит от остроты зрения медицинского работника даже при оптимальном освещении. Полезным может быть данное устройство и в условиях недостаточной видимости сосуда из-за плохого освещения: на даче, в походе и т.д.

Задача полезной модели — возможность провести быструю и безболезненную венопункцию в условиях ограниченной видимости пунктируемого сосуда.

Поставленная задача решается путем использования предлагаемого нами устройства.

Устройство представляет собой конструкцию, которая фиксируется на корпусе шприца посредством эластических прижимных лапок 1, подвижно закрепляемых на корпусе шприца с помощью стержня 2, имеющего на внутренней стороне пилообразные выступы 3, обеспечивающие защелкивание и расслабление лапок легким нажатием пальцев. В противоположной от стержня части устройства закрепляется в металлической оправе

4, имеющей выступ, на котором расположены зубцы 6 с помощью которых меняется угол наклона увеличительного стекла 5.

На рис. 1 изображен общий вид полезной модели.

Полезная модель используется следующим образом. В зависимости от обстоятельств (плохо просматрива-

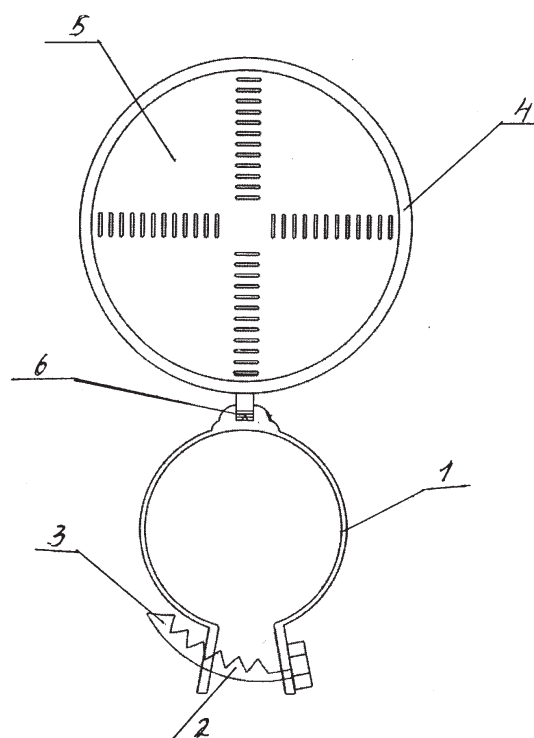


Рис. 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ (19) RU (11) 132  
352 (13) U1 (51) МПК  
A61M 5/00 (2006.01)



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013117122/14, 15.04.2013 (72) Автор(ы):  
Суфиянова Галина  
(24) Дата начала отсчета срока Суфиянова Галина  
действия патента: 15.04.2013 Зиновьевна (RU), Комаров  
Антон Петрович (RU),  
Приоритет(ы): Проккопьев Николай  
(22) Дата подачи заявки: 15.04.2013 Яковлевич (RU)  
(45) Опубликовано: 20.09.2013 Бюл. №  
26 (73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
профессионального образования  
"Тюменский государственный  
университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЕНОПУНКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ  
ВИДИМОСТИ

(57) Формула полезной модели  
Устройство для проведения венопункций в условиях ограниченной видимости,  
отличающееся тем, что легко фиксируется к корпусу любого шприца посредством  
прижимных лапок, содержащих увеличительное стекло, способное изменять угол  
наклона.

RU 1 3 2 3 5 2 U 1

RU 1 3 2 3 5 2 U 1

емый под кожей венозный сосуд, недостаточная освещенность) увеличительное стекло 5 в металлической оправе 4 посредством прижимных лапок 1 и фиксирующего стержня 2 устанавливается на корпусе шприца таким образом, чтобы увеличивать видимость сосуда и пунктирующей его иглы. Это достигается смещением по корпусу шприца прижимных лапок 1 с увеличительным стеклом 5, угол наклона которого по отношению к шприцу может меняться с помощью зубцов 6.

В результате применения предлагаемой полезной модели, во-первых, обеспечивается быстрое пунктирование венозного сосуда, во-вторых, создается воз-

можность прокалывать венозный сосуд только один раз, что не приводит к дополнительным болевым ощущениям и его повреждению. Кроме того, значительно уменьшается выраженность паравазального повреждения мягких тканей и образование подкожных кровоизлияний.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ  
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 132352

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЕНОПУНКЦИЙ В  
УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ

Патентообладатель(ли): **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный университет" (RU)**

Автор(ы): **см. на обороте**

Заявка № 2013117122

Приоритет полезной модели **15 апреля 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **20 сентября 2013 г.**

Срок действия патента истекает **15 апреля 2023 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

## Остеотом (Патент РФ на полезную модель № 132707)

Проккопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор  
Тюменский государственный университет

Пантелеев Сергей Михайлович, доктор медицинских наук, профессор;  
Комаров Антон Петрович, врач-интерн;  
Маргарян Артур Ванушович, кандидат медицинских наук, доцент  
Тюменский государственный медицинский университет

*Приводится описание и методика использования устройства, предназначенного для проведения операции рассечения кости.*

**Ключевые слова:** кость, рассечение

**П**олезная модель относится к области медицины и медицинской технике, а именно к устройствам, предназначенным для проведения операции рассечения кости, например при травматическом отрыве конечности.

В практике травматологии, например, при травматическом отрыве сегмента конечности, требуется проведение операции рассечения кости. С этой целью используются

различные хирургические долота, а также цепные остеотомы. Ручная цепная пила для костей Бернарда Гейна-Пирогова представляет собой хирургический инструмент для рассечения костей с рабочей частью в виде цепной пилы, приводимой в движение вращением рукоятки. Упоминание об этом устройстве имеет историческое значение, и оно в настоящее время в клинике не применяется.





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА

ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013120225/14, 30.04.2013

(72) Автор(ы):

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 30.04.2013

Прокопьев Николай Яковлевич (RU),  
Пантелеев Сергей Михайлович (RU),  
Комаров Антон Петрович (RU), Маргарян  
Артур Ванушович (RU)

Приоритет(ы):

(73) Патентообладатель(и):

(22) Дата подачи заявки: 30.04.2013

(45) Опубликовано: 27.09.2013 Бюл. № 27

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

Адрес для переписки:

"Тюменский государственный университет"  
(RU)

625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10,  
ФГБОУ ВПО "Тюменский  
государственный  
университет"

(54) ОСТЕОТОМ

(57) Формула полезной модели

Остеотом для трубчатой кости, содержащий рукоятку, предназначенную для удержания устройства, отличающийся тем, что торцевая часть остеотома выполнена в виде двухрожкового лезвия с пилообразно расположенными на его внутренней поверхности зубцами.

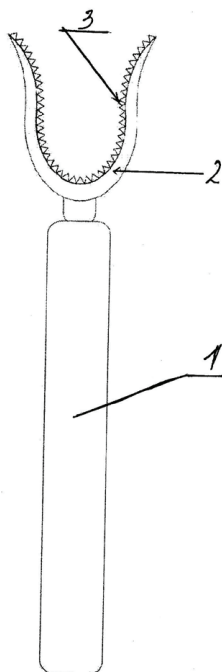


Рис. 1

Известен остеотом [1] для трубчатой кости, содержащий рукоятку, которая предназначена для нанесения по ней ударов, и рабочую часть. Рабочая часть закреплена на рукоятке и имеет шип и удлиненную ограничительную направляющую пластину с выпуклой частью. Выпуклая часть пластины со всех сторон выступает за пределы шипа. Режущая часть шипа выполнена вогнутой формы. Острие шипа и конец ограничительной направляющей пластины изогнуты в направлении друг к другу. Остеотом позволяет выполнить поперечное пересечение кости.

Известен остеотом [2], содержащий вогнуто-выпуклую рабочую часть, конец которой снабжен с вогнутой стороны заостренным шипом, с выпуклой стороны — пластиной, края которой выступают над шипом.



Известен остеотом [3], содержащий рукоятку с соосно расположенным основным обушком и рабочую часть с заостренным шипом, над которым по одной из его сторон размещена ограничительная пластина.

Однако в указанных технических решениях:

1. Заостренные шипы не защищают окружающие мягкие ткани со всех сторон от повреждения при пересечении кости;

2. Требуют для пересечения кости механического воздействия на устройство в виде ударов молотком;

3. Не исключают повреждающего устройства накопальной молотка по мягким тканям и собственно кости.

Целью технического решения является создание легкого в обращении, удобного в использовании остеотома для проведения ампутаций.

Технический результат поставленной цели достигается тем, что остеотом для трубчатой кости содержит рукоятку 1, предназначенную для удержания устройства, и закрепленную на торце рукоятки 1 рабочую часть, выполненную в виде двух рожкового лезвия 2 с пилообразно расположенными на ее внутренней поверхности зубцами 3.

На рис. 1. изображен общий вид полезной модели.

Полезная модель используется следующим образом. Так, при травматическом отрыве конечности для формирования опороспособной культи после отслоения надкостницы от кости, к ней подводится остеотом, устанавливаемый поперечно оси кости. Хирург, удерживая остеотом за ручку 1, совершает им равномерные поперечные движения малой амплитуды. Посредством пилообразных выступов 3 при каждом движении остеотома устройство

постепенно углубляется в костную ткань и пересекает ее, не травмируя окружающие кость мягкие ткани.

Положительный эффект заявленного технического решения состоит не только в защите окружающих кость

мягких тканей от повреждения при выполнении остеотомии, а также удобстве в работе и быстром по времени рассечении кости в нужном месте.

### Литература:

1. Патент RU2306879, опубл. 22.11.2005 г.
2. Патент SU1297826, опубл. 23.03.1987 г.
3. Патент SU1801385, опубл. 15.03.1993 г.

## Разработка конструкции детской профилактической обуви для детей с патологическими отклонениями

Узакова Лайло Палвановна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Абдурахманова Фируза Абдуфармановна, старший преподаватель;  
Гаппарова Мастура Хасановна, ассистент;  
Мухаммедова Мадина Олимовна, ассистент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

*В данной статье приведена разработка конструкции детской профилактической обуви для детей с патологическими отклонениями, а также применяемые специальные корректирующие детали обуви для предотвращения патологических отклонения у детей.*

*This article describes the development of the design of children's preventive footwear for children with pathological abnormalities, as well as the special adjusting shoe parts used to prevent pathological deviations in children.*

В последние годы наблюдается развития патологических отклонений в стопе у детей республики Узбекистан. Причина этого может быть не удобная обувь. Поэтому производства качественной, удобной профилактической обуви является актуальной проблемой сегодняшнего дня. В настоящее время профилактическая и ортопедическая обувь выпускается по индивидуальному заказу. Конструкция существующих профилактических и ортопедических обуви научно не обоснованно. Плоскостопие у детей является серьезным заболеванием заключающимися в уплощении и сводов стоп.

Отметим, что сегодня для людей с плоскостопием предлагается широкий выбор изделий профилактического назначения. Вместо обычной пары можно подобрать себе туфли с ортопедическими свойствами. Такая обувь будет способствовать скорейшему выздоровлению. Специальная обувь разработана так, чтобы соответствовать следующим критериям: равномерное распределение нагрузки по всей стопе, коррекция деформации стопы, снижение болевых ощущений в участках поражения, маскировочный эффект дефектов стопы.

Эффективнее лечение плоскостопия будет, если приобрести специальную обувь сразу, как поставлен диагноз. Параллельно вместе с обувью нужно заказать ортопедические стельки, которые шьются по индивидуальным меркам.

Специальную обувь носить обязательно, если у вас сильная деформация большого пальца. Такое отклонение часто встречается при плоско-вальгусной стопе.

В этом случае у ортопедической пары должен быть высокий жесткий задник. Заметим, что наряду с приобретением уже готовой ортопедической обуви, ее также заказывают по индивидуальным меркам. Чтобы изготовить специальную пару, мастеру потребуется гипсовый слепок стопы пациента.

Когда специальная обувь только появилась, это в основном были ботинки со шнуровкой, похожие на так называемые «берцы». Сегодня ортопедическая обувь внешне может совершенно не отличаться от обычной. Это стало возможным благодаря стремительному развитию современной медицины.

В данной статье ведется речь о созданной конструкции детской профилактической обуви, и оно может быть применено в производстве обуви и протезно-ортопедических изделий.

Известна конструкция спортивной резинок-текстильной обуви, изготавливаемой методами формования или литья под давлением, включающая верх, задник, вкладную стельку, втачную стельку, рифленую резиновую подошву и др. Для детей в такой обуви применяют супинированную или профилированную вкладную стельку, а также плоскую стельку при профилированной внутренней стороне подошвы (1).

Данная обувь предназначена для спортивных занятий и общей физической подготовки и не решает задачи профилактики статических деформаций стоп у детей.

Известна вкладная стелька для детской профилактической обуви, содержащая верхний, промежуточный



и нижний слои, при этом верхний слой выполнен из кожи, промежуточный слой из проформовывающегося в процессе носки вспененного термопластичного материала, а нижний каркасный слой из плотного термопластичного материала, при этом промежуточный слой выполнен с углублением в пяточной части под бугром пяточной кости в сечении 0,18Д и с равномерной выкладкой наружного и внутреннего сводов в геленочной части с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения в сечении 0,36Д, а на верхнем слое стельки в носочной части нанесены размерная шкала и маркировочные линии в виде цветовых зон, соответствующие допустимым границам положения пальцев стопы в обуви и позволяющие в процессе примерки при установке стопы на вынутую из обуви вкладную стельку судить о соответствии длины стельки и, соответственно, размера обуви длине стопы (2).

Недостатком известного технического решения является то, что стелька является вкладным элементом, вставляемым в готовую обувь, что приводит к искажению формы и размеров внутриобувного пространства обуви, увеличению ее массы и снижению гибкости.

Известен узел основной стельки для детской профилактической обуви, содержащий верхний и нижний слои, при этом верхний слой выполнен из приформовывающегося в процессе носки вспененного термопластичного материала — сополимера этилена и винилацетата с плоскостью 0,35–0,40 г/см<sup>2</sup> и твердостью 40–50 усл. По Шору, а нижний слой — из плотного картона, при этом верхний слой выполнен с углублением в пяточной части под бугром пяточной кости в сечении 0,18Д, а в геленочной части с равномерной выкладкой наружного и внутреннего сводов с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения в сеч. 0,36Д(3).

Недостатком известного технического решения является то, что узел основной стельки утяжеляет обувь, снижает ее гибкость, делает ее материально- и трудоемкой, а также недостаточно технологичной, поскольку, в случае использования узла основной стельки, формирование верха обуви осуществляется обтяжно-затяжным способом в ходе ряда последовательных операций требующих высокой квалификации исполнителей и применения дорогостоящего оборудования.

Технической задачей изобретения является упрощение конструкции, снижение массы и повышение гибкости обуви в пучковой части, снижение материально- и трудоемкости, повышение технологичности обуви с сохранением преимуществ профилированного следа, т.е. обеспечения правильной установки стопы в обуви и создания условий для формирования ее сводов, обеспечения оптимального распределения давления по плантарной поверхности стопы, а также обеспечение амортизации ударных нагрузок при ходьбе.

Поставленная задача решается следующим образом.

Конструкция детской профилактической обуви, содержащая полуплоскую заготовку верха с супинатором из гибкого материала, тонкую вкладную стельку из вспененного материала с верхним контактным слоем

из кожи, формованную подошву из плотного термопластичного материала, при этом неходовая поверхность подошвы выполнена с равномерной выкладкой наружного и внутреннего сводов в геленочной части с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения в сеч.0,36Д, а в пяточной части под бугром пяточной кости в сеч.0,18Д выполнены углубление и амортизатор ударных нагрузок в виде ряда концентрических круговых пустот.

Конструкция детской профилактической обуви (Фиг.1) состоит из верха 1, супинатор из гибкого материала 2, тонкой вкладной стельки 3 из вспененного материала с верхним контактным слоем из кожи формованной подошвы 4 из плотного термопластичного материала. С целью обеспечения правильной установки стопы и создания условий для формирования ее сводов на неходовой поверхности подошвы в пяточной части под бугром пяточной кости в сеч.0,18Д предусмотрено углубление, а в геленочной части задана равномерная выкладка наружного и внутреннего сводов с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения, сеч.0,36Д, способствующая развороту переднего края пяточной кости в сагиттальной плоскости. Высота выкладки для школьников-мальчиков составляет 5–7 мм.

Выполненный в сеч. 0,18Д подошвы ряд концентрических круговых пустот обеспечивает амортизацию ударных нагрузок на стопу при пяточном толчке. Вкладная стелька 3, деформируясь под нагрузкой, обеспечивает снижение концентрации давления под костными выступами стопы: пяточной кости и головками плюсневых костей.

Конструкция и материалы обуви обеспечивают оптимальное распределение давления по следу обуви и амортизацию ударных нагрузок при ходьбе, способствуют снижению массы и повышению гибкости обуви в пучковой части, повышению технологичности и снижению трудоемкости изготовления обуви. Анатомическая форма верхней неходовой поверхности формованной подошвы совместно с жестким задником, плотно охватывающим пятку, обеспечивает правильную установку стопы и создаёт условия для формирования её сводов, тем самым обеспечивая профилактику возникновения статических деформаций стоп у детей.

Изобретение относится к конструкции детской профилактической обуви, которая содержит полуплоскую заготовку верха с жестким задником и супинатором из гибкого материала, тонкую вкладную вкладную стельку из вспененного материала с верхним контактным слоем из кожи, формованную подошву из плотного термопластичного материала, при этом неходовая поверхность подошвы выполнена с равномерной выкладкой наружного и внутреннего сводов в геленочной части с наивысшей точкой в области пяточно-кубовидного сочленения в сечении 0,36Д, а в пяточной части под бугром пяточной кости в сечении 0,18Д до 0,62Д вставлена супинатор из гибкого материала. Технический результат заключается в обеспечении оптимального распределения давления

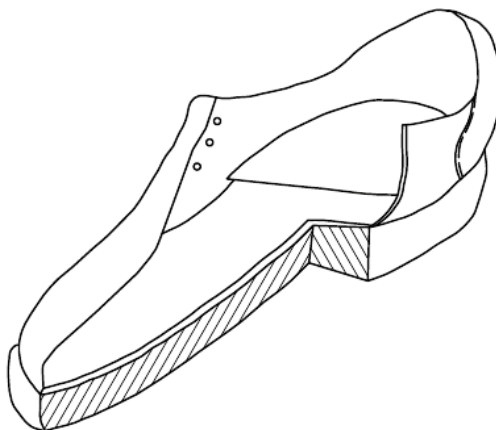


Рис. 1

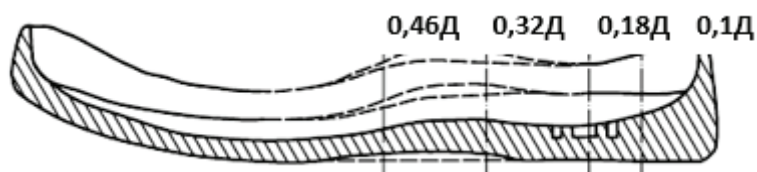


Рис. 2

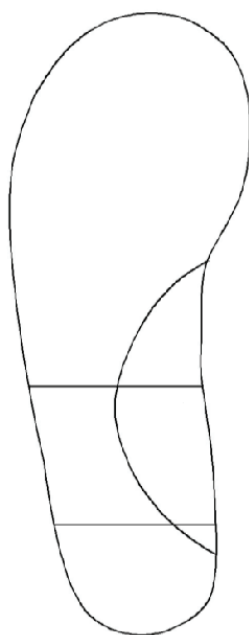


Рис. 3

по следу обуви и амортизации ударных нагрузок при ходьбе, снижении массы и повышении гибкости обуви в пучковой части. 7 ил.

Чертежи с 1 по 7 иллюстрируют предлагаемую конструкцию детской профилактической обуви.

На рис. 1 показан разрез обуви.

На рис. 2 показана подошва, вид сверху на неходовую поверхность.

На рис. 3 показано продольно-осевое сечение подошвы.

На рис. 4 показаны поперечно-вертикальные сечения подошвы (0,1Д; 0,18Д; 0,32Д; 0,46Д соответственно, где Д — длина стопы).

Существует несколько рекомендаций, как правильно подобрать себе или ребенку с плоскостопием новую пару туфель.

В период лечения плоскостопия очень важно правильно подобрать обувь. Специалисты советуют в это время отдавать предпочтение изделиям из натуральных материалов. Желательно носить обувь из

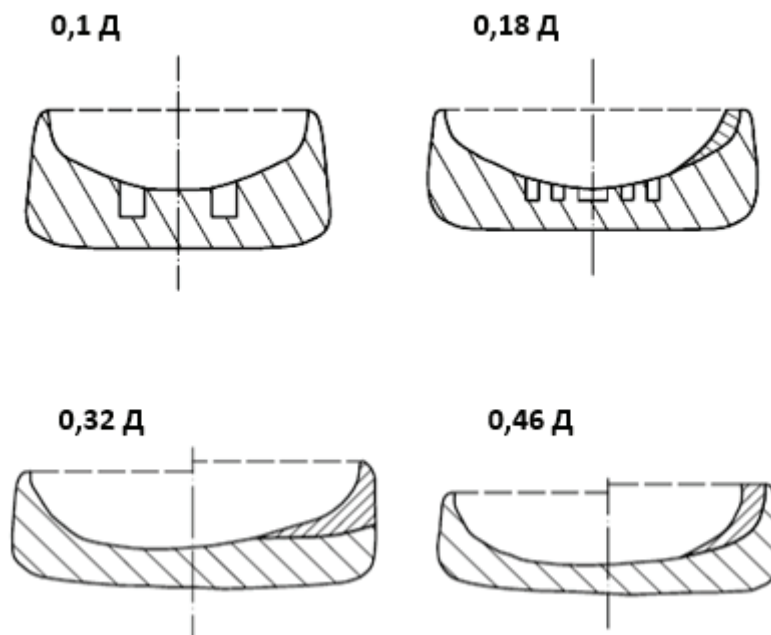


Рис. 4

мягкой кожи с небольшим возвышением в области пятки. Можно носить и спортивную обувь, но только кроссовки.

В этот период не скупитесь на приобретении обуви из натуральной кожи. Поверхность должна быть мягкой и легко принимать форму ноги. Желательно выбирать изделие полностью из кожи (даже подошва).

Подошва новой пары должна быть с возвышением в районе пятки (каблук). Высота каблука — небольшая, для детской обуви — в районе 5–10 мм. Возвышение

подошвы должно идти где-то от середины ступни. Носки новых туфель не должны быть узкими.

В новой обуви должно быть удобно, при ходьбе — ощущается легкость. Материалы, используемые при пошиве, не должны вызывать раздражение, аллергическую реакцию. Обувь не должна причинять боль и натирать.

Упругость подошвы — средняя. Основание должно легко гнуться при ходьбе. Если в новой паре подошва плотная и не гнется, то вряд ли в период ношения жесткость такого основания изменится.

### Литература:

1. ГОСТ 9155–88. Обувь спортивная резиновая и резинотекстильная. — М.: 2002.
2. Патент на изобретение № 2414831, кл.А43В17/00, 15.04.2010.
3. Патент на изобретение № 2407489, кл.А61F5/14, 27.05.2009.

# ТЕХНОЛОГИИ. ТЕХНИКА. ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал  
№ 2 (4) / 2017

## Редакционная коллегия:

### Главный редактор:

Ахметов И. Г.

### Члены редакционной коллегии:

Авдеюк О. А.  
Каленский А. В.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Лескова Е. В.  
Мусаева У. А.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенюшкин Н. С.  
Яхина А. С.

### Международный редакционный совет:

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

### Руководитель редакционного отдела:

Кайнова Г. А.

### Ответственные редакторы:

Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

## Адрес редакции:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

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

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru)

<http://www.moluch.ru/>

## Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2410-4485

Подписано в печать 5.05.2017. Тираж: 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25