

$L$ , для которого  $a^* \wedge a = 0$ . Элемент решетки  $L$  называется просто псевдодополнением, если он является псевдодополнением  $a^*$  некоторого элемента  $a$  решетки  $L$ . Если каждый элемент решетки  $L$  с  $0$  имеет псевдодополнение, то  $L$  называется решеткой с псевдодополнениями.

Дистрибутивная решётка  $L$  с псевдодополнениями называется стоуновой решеткой, если в ней выполняется стоуново тождество, то есть  $a^* \vee (a^*)^* = 1$  для любого  $a \in L$ .

**Теорема.** Решетка  $C_\omega^n(\mathfrak{F})$  всех  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционных подформаций  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционной формации  $\mathfrak{F}$  является стоуновой тогда и только тогда, когда  $\mathfrak{F} \subset \mathfrak{N}$ .

**Заключение.** В работе найдены условия, при которых решетка  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционных формаций является стоуновой.

1. Скиба, А.Н. Алгебра формаций / А.Н. Скиба. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 240 с.
2. Doerk, K. Finite Soluble Groups / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin-New York : Walter de Gruyter & Co., 1992. – 891 p. – (De Gruyter Expo. Math.; vol. 4).
3. Скиба, А.Н. Кратно -композиционные формации конечных групп / А.Н. Скиба, Л.А. Шеметков // Украинский матем. журн. – 2000. – Т. 52, № 6. – С. 783–797.

## РАССЧЕТ ЕМКОСТИ ПЛОСКОГО ПРЕБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

*С.Е. Мозжаров<sup>1</sup>, В.Л. Трубловский<sup>1</sup>, И.Ф. Кашевич<sup>2</sup>, Т.З. Насиров<sup>3</sup>*  
*<sup>1</sup>Витебск, ИТА НАН Беларуси*  
*<sup>2</sup>Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*  
*<sup>3</sup>Ташкент, ТГТУ*

Влажность – один из ключевых показателей при хранении и важнейший контрольный показатель в процессе переработки зерна. Содержание влаги в только что убранном зерне, как правило, превышает показатель необходимый для хранения зерна без его порчи, поэтому его необходимо сушить [1, 2]. Динамическое измерение влажности зерна в процессе сушки является предпосылкой автоматического управления сушилками, а повышение точности измерения позволит экономить топливно-энергетические ресурсы. Точность влагомера зависит от конструктивно-технологических особенностей его составных элементов, возможностей их эффективной работы, а также степени линейности статической характеристики первичного преобразователя. Сущность конструктивно-технологического метода повышения точности измерений заключается в том, что усовершенствования касаются всех элементов измерения, в том числе и образование потока продукта через первичный преобразователь [3]. При этом выбор преобразователя, его принципов действия и конструкции, являются определяющими [4]. Разработанный нами плоский емкостной пре-

образователь прост в изготовлении, не засоряется зерном и имеет ряд других преимуществ [5]. Но при его проектировании, в частности, необходимо предварительно знать, в каких пределах будет меняться электрическая емкость. Чем больше начальная емкость преобразователя, тем более высокую точность он имеет.

Целью работы явилось получение аналитической зависимости емкости плоского первичного преобразователя влажности от его геометрических размеров.

**Материал и методы.** Для расчета емкостей в системах, состоящих из двух или более плоскопараллельных проводников, применим метод конформных преобразований, в основе которого лежит свойство емкости сохранять неизменным свое значение при таких преобразованиях. Как известно, конформным называют такое геометрическое преобразование на плоскости, при котором углы между любыми двумя пересекающимися линиями остаются неизменными, а длина всех бесконечно малых отрезков, проходящих через данную точку плоскости, изменяется в одно и то же число раз [6]. Задачу определения емкости в любой плоскопараллельной системе проводников можно заменить расчетом емкости в другой системе полученной из исходной путем конформных преобразований. И если, в частности, удастся свести исходную систему к какой-либо системе с известной емкостью, то тем самым необходимость собственно расчета емкости отпадает.

При практическом использовании рассматриваемого метода сечение плоскопараллельной системы проводников принимают за плоскость комплексного переменного  $z$  и подбирают такое конформное преобразование  $f(z)$ , в результате которого указанная система принимает более простой, доступный для расчетов вид.

Для нашего преобразователя, схема которого приведена на рисунке, формула, полученная методом конформных преобразований с использованием непосредственного определения напряженности поля, выглядит следующим образом:

$$\frac{C}{l} = 4\varepsilon \frac{K'}{K};$$

Она содержит полные эллиптические интегралы первого рода:

$$K(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \theta}};$$

подробные таблицы которых приведены в справочнике [7]. Для нашего датчика выражение для модуля эллиптического интеграла следующее:

$$k^2 = \left(1 + \frac{2\frac{a}{d}}{2 + \frac{b}{d}}\right)^2 \frac{1 + \frac{b}{d}}{(1 + \frac{a}{d})(1 + \frac{a}{d} + \frac{b}{d})};$$

$a$  – ширина центрального электрода,  $b$  – ширина боковых электродов,  $d$  – расстояние между центральным и боковыми электродами (рисунок).

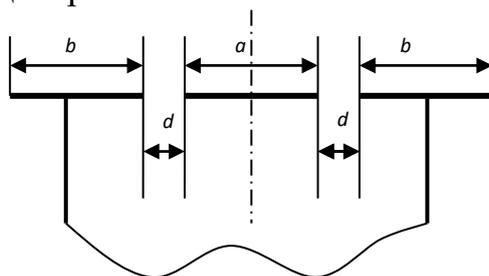


Рисунок – Схема плоского емкостного преобразователя

**Результаты и их обсуждение.** Вычислив  $k^2$  для конкретных геометрических размеров преобразователя и воспользовавшись таблицами, можно рассчитать его емкость. Так при ширине электродов 0.04 м и зазоре между ними 0.001 м расчетная емкость преобразователя  $12,8 \epsilon_0$ , при зазоре 0.0005 м расчетная емкость  $15,3 \epsilon_0$ .

С учетом проведенных вычислений нами был изготовлен плоский преобразователь с шириной электродов 0.04 м и с минимально технически возможным межэлектродным зазором 0.0005 м. Преобразователь изготовлен из фольгированного стеклотекстолита марки СОНФ-У. Для увеличения жесткости стеклотекстолит наклеен на медную подложку толщиной 5 мм. Подложка также используется как противоэлектрод и радиатор датчика температуры. Для защиты от абразивного действия потока зерна рабочие электроды покрыты краской ПЭП-219 с наполнителем из оксида алюминия. Электронная схема генератора датчика влажности выполнена на микросхеме TLC555. Сигнал с генератора поступает на RC фильтр, конденсатор в котором и является нашим преобразователем [8,9]. Генератор работает на частоте 1,5 МГц. Емкость преобразователя в воздухе на этой частоте составила 82 пФ. Сигнал с RC фильтра поступает на пиковый детектор, напряжение на котором является выходным сигналом датчика. Сигнал с датчика обрабатывается микроконтроллером АТМЕГА328Р.

**Заключение.** Получена аналитическая зависимость емкости плоского первичного преобразователя влажности от его геометрических размеров. Емкость преобразователя изготовленного с учетом проведенного моделирования составила 82 пФ на частоте 1.5 МГц.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Т21УЗБГ-014) и гранта Узбекистан-Беларусь ИЛ-423105684.

1. Ramli, N A M A Review on Frequency Selection in Grain Moisture Content Detection /N A M Ramli et al , 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 705 012002
2. Li, Z. On research of automatic control about moisture content for cereal grains / Z. Li, Y. Zhang, L. Zhang // Journal of Shenyang Normal University. – 2008. – № 26 (1). – P. 79–81.
3. Uljayev E., Ubaydullayev U.M., Narzullayev Sh.N. (2020) Capacity transformer of coaxial and cylindrical form of humidity meter. Chemical Technology, Control and Management 4 (94):23-30
4. Романов, В.Г. Поверка влагомеров твердых веществ/ В.Г. Романов/М. Изд. Стандартов . –1983. – 176 с.
5. Мозжаров, С.Е Частотные характеристики плоского емкостного преобразователя// Мозжаров С.Е., Трубловский В.Л./ в сборнике Актуальные проблемы прочности : материалы международной научной конференции, Витебск, 23-27 мая 2022 года. - Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2022. –С 104-107

6. Иоссель, Ю.Я. Расчет электрической емкости / Ю.Я. Иоссель, Э.С. Качанов, М.Г. Струнский // Л. Энергоиздат. –1981. – 288 с.
7. Милн-Томсон Л. Эллиптические интегралы // Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и таблицами / Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган; пер. с англ. под ред. В. А. Диткина и Л. Н. Карамзиной. — М.: Наука, 1979. — 832 с.
8. Композиционные мультиферроики и сегнетоэлектрики с аномально высокими и диэлектрическими характеристиками : отчет о НИР (заключ.) : ГПНИ "Физическое материаловедение, новые методы и технологии" (ФИЗМАТТЕХ), подпрограмма "Материаловедение и технологии материалов", (МАТТЕХ). Задание 1.14 / науч. рук. И. Ф. Кашевич ; [исполн. В. Н. Шут [и др.]] ; М-во образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный университет имени П. М. Машерова". – Витебск, 2019. – 56 с. : ил.-№ ГР 20160823.URI: <https://rep.vsu.by/bitstream/123456789/18554> (дата обращения: 20.01.2023).
9. Емкостные датчики. Измерения и обработка сигнала [Электронный ресурс] Режим доступа <https://zen.yandex.ru/media/id/5b935f60343d6c00a9f52b06/emkostnye-datchiki-izmereniia-i-obrabotka-signala-5e89905d587fbc169935759d> –Дата доступа: 10.01. 2023.

## АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ДОСТУПНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА

*А.И. Никитин, П.Н. Большакова  
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Если проследить эволюцию создания сайтов и сервисов, то можно заметить, что сначала было важно, чтобы они были работоспособны. Следующим шагом стал вопрос эстетики: разработчики стали уделять больше вопросу привлекательного оформления ресурсов, при этом зачастую забывая об удобстве функционала.

В последнее время большое внимание уделяется проблеме повышения оперативности и доступности информационного обеспечения для людей с ограниченными возможностями.

Поэтому, целью данной работы является анализ существующих требований, спецификаций и нормативных актов в сфере разработки доступного информационного ресурса, в том числе доступности интернет ресурсов для людей с ограниченными возможностями.

**Материал и методы.** Материалом для исследования являются различные спецификации и документы, связанные с разработкой доступного сайта. Методы исследования: анализ источников, изучение и обобщение сведений.

**Результаты и их обсуждение.** Доступность – она для всех и про всех. Речь идет не только о людях с ограниченными возможностями. Однако они особенно нуждающихся во внедрении новых технологий.

На сегодня специальные настройки доступности для предоставления комфортного использования всемирной паутины внедрены в большинство популярных востребованных браузеров, а мировое сообщество пользуется общепринятым международным стандартом WCAG 2.0[1], созданным специально для пользователей с особыми потребностями.

В Республике Беларусь с 2010 года действует «Положение о порядке функционирования интернет-сайтов государственных органов и организаций». Доступность сайта для инвалидов по зрению – одно из требований. С 2013 года действует государственный стандарт СТБ 2304-2013 Интернет-ресурсы. Общие требования доступности для инвалидов по зрению [2].