



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам LXIII международной
научно-практической конференции*

№ 4 (63)
Май 2023 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2023

УДК 51/53+62

ББК 22+3

НЗ4

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

Данилов Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

НЗ4 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам LXIII междунар. науч.-практ. конф. – № 4 (63). – М.: Изд. «МЦНО», 2023. – 30 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2023

Оглавление	
Технические науки	4
Раздел 1. Технические науки	4
1.1. Информатика, вычислительная техника и управление	4
УНИФИКАЦИЯ СТАНДАРТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ЕДИНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ	4
Серикказин Аян Есейулы	
Нурушева Асель Муратовна	
Физико-математические науки	12
Раздел 2. Физика	12
2.1. Оптика	12
ВИДЫ ХРОМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ И МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	12
Равшанова Шахло Шавкатовна	
2.2. Теоретическая физика	17
КОНТАКТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДОГО ТЕЛА	17
Куженова Нургуль Батыргалиевна	
2.3. Физика магнитных явлений	23
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ	23
Швачко Александр Алексеевич	
Матюшкин Владислав Владимирович	
Джихад Зульфикар Надхи	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УНИФИКАЦИЯ СТАНДАРТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ЕДИНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КИБЕРУСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Серикказин Аян Есейұлы

магистрант,

Евразийский Национальный

Университет им Л.Н. Гумилева – ЕНУ,

Казахстан, г. Астана

Нурушева Асель Муратовна

PhD, и.о. доцента кафедры

Информационная безопасность,

Евразийский Национальный

Университет им Л.Н. Гумилева – ЕНУ,

Казахстан, г. Астана

UNIFICATION OF INFORMATION SECURITY STANDARDS: A UNIFIED APPROACH TO ENHANCING ORGANIZATIONS' CYBER RESILIENCE

Ayan Serikkazin

*Undergraduate,
L.N. Gumilyov Eurasian National
University – ENU,
Kazakhstan, Astana*

Assel Nurusheva

*PhD, acting associate professor
of the department of Information Security,
Eurasian National
L.N. Gumilyov Eurasian National University – ENU,
Kazakhstan, Astana*

Аннотация. В данной статье рассматривается гармонизация стандартов информационной безопасности, таких как ISO/IEC 27001, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls, для повышения киберустойчивости организаций. Анализируя сходства и различия между этими стандартами, в исследовании предлагается создание единой системы, которая включает в себя их сильные стороны. Полученная система предлагает комплексный подход к кибербезопасности, способствующий повышению эффективности, сокращению дублирования усилий и более тесному согласованию с целями организации.

Abstract. This article explores the harmonization of information security standards, such as ISO/IEC 27001, NIST SP 800-53, and CIS Critical Security Controls, to improve organizations' cyber resilience. By analyzing similarities and differences between these standards, the study proposes a unified framework that incorporates their respective strengths. The resulting framework offers a comprehensive approach to cybersecurity, promoting efficiency, reduced duplication of efforts, and increased alignment with organizational goals.

Ключевые слова: стандарты информационной безопасности; единый подход; постоянное совершенствование; лучшие практики; информационная безопасность; управление рисками.

Keywords: information security standards; unified approach; continuous improvement; best practices; information security; risk management.

Введение. Быстрый прогресс технологий и растущая зависимость от цифровых систем подвергают организации огромному количеству киберугроз. Эти угрозы могут привести к серьезному финансовому и репутационному ущербу, что делает необходимым для организаций принятие эффективных мер информационной безопасности. Для решения этой задачи были разработаны различные стандарты и системы информационной безопасности, которые содержат рекомендации для организаций по внедрению и поддержанию надежных средств контроля безопасности.

Однако организации часто сталкиваются с проблемами при выборе и внедрении наиболее подходящего стандарта или системы, поскольку каждый из них имеет свою уникальную направленность, сферу применения и требования. В данной статье предлагается согласованный подход к стандартам информационной безопасности, объединяющий ключевые принципы и лучшие практики ISO/IEC 27001, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls в единую структуру, которая может быть адаптирована к различным организационным условиям.

Обзор литературы

1. ISO/IEC 27001:2013 – это международный стандарт, разработанный Международной организацией по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссией (IEC), обеспечивающий основу для создания, внедрения, поддержания и постоянного улучшения системы менеджмента информационной безопасности (ISMS) [1]. Стандарт основан на модели Plan-Do-Check-Act (PDCA) и охватывает людей, процессы и технологии. ISO/IEC 27001:2013 делает акцент на управлении рисками, требуя от организаций выявлять, оценивать и обрабатывать риски, связанные с их информационными активами, для достижения приемлемого уровня риска.

2. NIST SP 800-53 – это стандарт, разработанный Национальным институтом стандартов и технологий (NIST) и содержащий рекомендации для федеральных агентств и их подрядчиков по защите их информационных систем и организаций от рисков безопасности [2]. Стандарт ориентирован на выбор и внедрение средств контроля безопасности на основе допустимого риска организации и категоризации ее информационных систем. NIST SP 800-53 состоит из 18 семейств средств контроля, включающих более 900 средств контроля, относящихся к различным технологиям и системам.

3. CIS Critical Security Controls – это набор приоритетных действий для улучшения информационной безопасности, разработанный глобальным сообществом экспертов по кибербезопасности [3]. Эти

элементы управления призваны помочь организациям выявить и смягчить наиболее распространенные и критические уязвимости безопасности. CSC состоит из 20 элементов контроля, охватывающих различные аспекты информационной безопасности, такие как управление активами, контроль доступа и реагирование на инциденты. Элементы контроля имеют приоритеты, предоставляя организациям "дорожную карту" для постепенного повышения уровня безопасности путем систематического внедрения элементов контроля.

Общие черты и различия. Обзор литературы выявил несколько общих черт и различий между ISO/IEC 27001:2013, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls. Некоторые из ключевых сходств включают их фокус на управлении рисками, принятие многоуровневого подхода к безопасности и акцент на постоянном совершенствовании. Тем не менее, они различаются по сфере применения, целевой аудитории и степени детализации элементов управления безопасностью.

1. Управление рисками: Все три стандарта подчеркивают важность управления рисками для достижения эффективной информационной безопасности. ISO/IEC 27001:2013 требует от организаций проводить регулярные оценки рисков и внедрять соответствующие меры по управлению рисками, а NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls сосредоточены на выборе и внедрении средств контроля безопасности на основе профиля рисков организации и критичности ее информационных систем. Интегрированная методология оценки рисков, объединяющая основанный на оценке рисков подход ISO/IEC 27001 и NIST Cybersecurity Framework, может помочь организациям определить приоритетность средств контроля безопасности и ресурсов на основе конкретной среды рисков [4]

2. Многоуровневый подход к безопасности: Стандарты признают необходимость многоуровневого подхода к безопасности, рассматривая различные аспекты информационной безопасности, такие как физический, технический и административный контроль. Такой подход обеспечивает наличие нескольких уровней защиты, снижая вероятность успешной кибератаки.

3. Непрерывное совершенствование: Стандарты подчеркивают важность постоянного совершенствования для поддержания эффективной системы безопасности. ISO/IEC 27001:2013 следует модели PDCA, требуя от организаций регулярного пересмотра и совершенствования своей СУИБ, а NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls выступают за постоянный мониторинг и оценку средств контроля безопасности для выявления и устранения любых пробелов или слабых мест.

4. Сфера применения: ISO/IEC 27001:2013 имеет более широкую сферу применения, охватывая общее управление информационной безопасностью и будучи применимым к организациям любого размера, типа или отрасли. NIST SP 800-53 в первую очередь ориентирован на федеральные агентства США и их подрядчиков, хотя он может использоваться в качестве справочника и другими организациями. CIS Critical Security Controls нацелен на наиболее распространенные и критические уязвимости безопасности, предлагая приоритетный подход к информационной безопасности.

5. Целевая аудитория: ISO/IEC 27001:2013 предназначен для организаций любого размера, типа или отрасли, в то время как NIST SP 800-53 разработан в первую очередь для федеральных агентств США и их подрядчиков. CIS Critical Security Controls применим для более широкой аудитории, включая организации частного сектора и некоммерческие организации.

6. Гранулярность контроля безопасности: NIST SP 800-53 предоставляет более детальный набор средств контроля безопасности по сравнению с ISO/IEC 27001:2013 и CIS Critical Security Controls. NIST SP 800-53, содержащий более 900 элементов контроля, объединенных в 18 семейств элементов контроля, предлагает комплексный и детальный подход к информационной безопасности. В отличие от него, ISO/IEC 27001:2013 включает 114 элементов контроля, разделенных на 14 категорий, а CIS Critical Security Controls состоит из 20 приоритетных элементов контроля.

Согласование стандартов информационной безопасности.

Учитывая общие черты и различия между стандартами, единый подход к стандартам информационной безопасности может быть разработан путем интеграции ключевых принципов и лучших практик из ISO/IEC 27001:2013, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls. Этот согласованный подход должен включать в себя следующие элементы:

1. Подход, основанный на оценке рисков: Принять подход к информационной безопасности, основанный на оценке рисков, обеспечивающий выбор и внедрение средств контроля безопасности на основе профиля рисков организации и критичности ее информационных систем.

2. Многоуровневая безопасность: Применяйте многоуровневый подход к безопасности, который затрагивает различные аспекты информационной безопасности, включая физические, технические и административные средства контроля.

3. Непрерывное совершенствование: Подчеркивать важность постоянного совершенствования для поддержания эффективной системы

безопасности, требуя от организаций регулярно анализировать, оценивать и совершенствовать свои средства и методы контроля безопасности.

4. Масштабируемость и гибкость: Убедитесь, что гармонизированная структура является масштабируемой и гибкой, позволяя организациям различных размеров, типов и отраслей адаптировать структуру к своим конкретным потребностям и требованиям.

5. Интеграция лучших практик: Использовать лучшие практики и ключевые принципы из ISO/IEC 27001:2013, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls, создавая всеобъемлющий и целостный набор средств контроля безопасности, направленных на устранение широкого спектра угроз и уязвимостей.

6. Приоритизация средств контроля: Включите концепцию приоритетных элементов управления из CIS Critical Security Controls, предоставляя организациям "дорожную карту" для постепенного повышения уровня безопасности путем систематического и приоритетного внедрения элементов управления.

Преимущества и проблемы принятия гармонизированной системы информационной безопасности. Принятие гармонизированной системы информационной безопасности, которая объединяет ключевые принципы и лучшие практики из ISO/IEC 27001:2013, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls, может дать организациям ряд преимуществ и проблем. Согласование этих стандартов может дать ряд преимуществ, включая повышение эффективности, сокращение дублирования усилий, повышение гибкости и лучшее соответствие целям организации [5].

Преимущества:

1. Снижение сложности: Единый подход может помочь уменьшить сложность, связанную с выбором и внедрением нескольких стандартов информационной безопасности, предоставляя организациям единую, всеобъемлющую систему, которой можно следовать.

2. Повышение эффективности: Благодаря интеграции лучших практик из множества стандартов, гармонизированная система может потенциально предложить повышенную эффективность в борьбе с разнообразными и развивающимися киберугрозами.

3. Согласованность и операционная совместимость: Гармонизированная система может способствовать согласованности и операционной совместимости между организациями, облегчая сотрудничество и обмен информацией в сообществе кибербезопасности.

4. Экономия затрат: Организации могут потенциально сэкономить затраты, внедряя единую унифицированную систему вместо ин-

вестиций в несколько стандартов, сокращая время и ресурсы, необходимые для обеспечения соответствия и сертификации.

Сложности

1. Проблемы внедрения: Интеграция нескольких стандартов в единую унифицированную систему может быть сложным и ресурсоемким процессом, требующим от организаций затрат времени и усилий на разработку и внедрение гармонизированного подхода.

2. Адаптируемость к конкретным отраслевым требованиям: Гармонизированная система может не полностью отвечать уникальным потребностям и требованиям конкретных отраслей или секторов, что потребует дополнительной настройки и адаптации.

3. Сопротивление изменениям: Организации, которые уже внедрили один или несколько существующих стандартов, могут сопротивляться принятию новой, унифицированной системы, поскольку она может потребовать значительных изменений в существующих процессах и практике.

Заключение. Постоянно меняющийся ландшафт киберугроз требует проактивного и адаптивного подхода к информационной безопасности. Гармонизированный подход к стандартам информационной безопасности, объединяющий ключевые принципы и лучшие практики из ISO/IEC 27001:2013, NIST SP 800-53 и CIS Critical Security Controls, может предложить организациям комплексную и целостную структуру для повышения их киберустойчивости. Хотя принятие единой системы может быть сопряжено с определенными трудностями, потенциальные преимущества в виде снижения сложности, повышения эффективности и экономии средств делают ее перспективным направлением для организаций, стремящихся повысить уровень информационной безопасности в условиях быстро меняющегося ландшафта угроз.

Список литературы:

1. ISO/IEC. (2013). ISO/IEC 27001:2013 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/54534.html>
2. NIST. (2013). NIST Special Publication 800-53, Revision 4: Security and Privacy Controls for Federal Information Systems and Organizations. National Institute of Standards and Technology. Retrieved from <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-53r4.pdf>
3. CIS. (2021). CIS Critical Security Controls. Center for Internet Security. Retrieved from <https://www.cisecurity.org/controls/>

4. Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security.
5. Hentea, M. (2018). A Comparative Analysis of Information Security Standards. *Journal of Information Assurance & Security*.
6. Whitman, M.E., & Mattord, H.J. (2018). *Principles of Information Security*. Cengage Learning.
7. Chapple, M., & Seidl, D. (2019). *CISSP (ISC)2 Certified Information Systems Security Professional Official Study Guide*. John Wiley & Sons.
8. Oueslati, W., & Tounsi, H. (2016). A unified approach for information security management. *Journal of Information Security and Applications*, 29, 63-77.
9. Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *Computers & Security*, 38, 97-102.
10. Siponen, M., & Willison, R. (2009). Information security management standards: Problems and solutions. *Information & Management*, 46(5), 267-270.
11. Caralli, R.A., Stevens, J.F., Young, L.R., & Wilson, W.R. (2007). *Introducing OCTAVE Allegro: Improving the information security risk assessment process*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2007_005_001_14857.pdf
12. Scarfone, K., & Mell, P. (2007). *Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)*. NIST Special Publication 800-94. National Institute of Standards and Technology. <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-94/final>

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИКА

2.1. ОПТИКА

ВИДЫ ХРОМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ И МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Равианова Шахло Шавкатовна

студент,

Смоленский филиал

Московского энергетического института,

РФ, г. Смоленск

Адаптацию можно рассматривать как динамический механизм зрительной системы человека, направленный на оптимизацию зрительной реакции на определенные условия просмотра. В отношении зрения важны три вида адаптации: световая, темновая, хроматическая.

Световая адаптация – это процесс понижения чувствительности зрения по мере роста общего уровня освещения.

Темновая адаптация подобна световой, за исключением того, что процесс идет в обратном направлении т.е: Темновая адаптация – это процесс повышения чувствительности зрения по мере снижения уровня фотометрической яркости.

Хроматическая адаптация – это способность зрительной системы человека приблизительно сохранять видимость цвета объекта, независимо от того, какой свет «цвет» освещает конкретная сцена.

Все действующие современные модели хроматической адаптации концептуально и математически уходят к идеям Иоганнеса Фон Крива.

В матричной форме адаптация фон Криза выражается следующим уравнением, где $[L, M, S]^T$ представляет неадаптированные реакции конуса нейтральной точки, $[L_a, M_a, S_a]^T$ представляет адаптированные ответы конуса, и α, β, γ – коэффициенты масштабирования (коэффициенты усиления) каждого типа колбочек соответственно.

$$\begin{bmatrix} L_a \\ M_a \\ S_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix}$$

Теория фон Криза состоит в том, что отклики колбочек масштабируются таким образом, что нейтральная точка выглядит одинакового цвета при разном освещении. С точки зрения колориметрии цвет нейтральной точки, очевидно, является цветом самого источника света, потому что $\int \varphi(\lambda)R(\lambda)L(\lambda)d\lambda = \int \varphi(\lambda)L(\lambda)d\lambda$ когда $R(\lambda)=1$ для любого λ .

Другой способ взглянуть на это предположение о постоянстве цвета нейтральной точки состоит в том, что отклики колбочек нейтральной точки после адаптации постоянны и не зависят от источника света. С этой точки зрения легко рассчитать коэффициенты масштабирования. Давайте использовать $[L_w, M_w, S_w]^T$ для обозначения неадаптированных откликов конуса самого источника света. Неадаптированные отклики конуса нейтральной точки под этим источником света должны быть $[L_w, M_w, S_w]^T$ тоже на основе определения нейтральной точки. Постоянство цвета нейтральной точки в основном означает, что адаптированные отклики конуса нейтральной точки при этом источнике света должны быть постоянными, т. е. независимыми от источника света $[L_w, M_w, S_w]^T$. Допустим, ответы после адаптации $[Q, P, R]^T$, где Q, P, R всего три константы, не зависящие от источника света.

Пока что мы будем использовать 1 для Q, P, R, но позже мы покажем, что их точные значения не имеют значения в практических приложениях. Как результат:

$$\alpha = \frac{P}{L_w} = \frac{1}{L_w}$$

$$\beta = \frac{Q}{M_w} = \frac{1}{M_w}$$

$$\gamma = \frac{R}{S_w} = \frac{1}{S_w}$$

Это дает знакомое уравнение хроматической адаптации ниже, где φ_w обозначает SPD источника света. Как мы увидим позже, точные численные значения констант не важны для практических приложений.

$$\begin{bmatrix} L_a \\ M_a \\ S_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L_w} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{M_w} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{S_w} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix},$$

где

$$\begin{bmatrix} L_w \\ M_w \\ S_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int \Phi_w(\lambda) L(\lambda) d\lambda \\ \int \Phi_w(\lambda) M(\lambda) d\lambda \\ \int \Phi_w(\lambda) S(\lambda) d\lambda \end{bmatrix}.$$

Модель хроматической адаптации фон Криса гарантирует, что нейтральная точка имеет постоянный цвет при различных источниках света. Это очевидно из приведенного ниже уравнения, где $[L_{w1}, M_{w1}, S_{w1}]^T$ и $[L_{w2}, M_{w2}, S_{w2}]^T$ два произвольных источника света $W1$ и $W2$.

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{L_{w1}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{M_{w1}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{S_{w1}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L_{w1} \\ M_{w1} \\ S_{w1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L_{w2}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{M_{w2}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{S_{w2}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L_{w2} \\ M_{w2} \\ S_{w2} \end{bmatrix}$$

Однако другие (белые) цвета хоть и адаптированы, но не идеально адаптированы. Это видно из следующего неравенства, где $[L_1, M_1, S_1]^T$ и $[L_2, M_2, S_2]^T$ представляют собой неадаптированные реакции не нейтрального материала при двух источниках света $W1$ и $W2$, соответственно.

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{L_{w1}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{M_{w1}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{S_{w1}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L_1 \\ M_1 \\ S_1 \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} \frac{1}{L_{w2}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{M_{w2}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{S_{w2}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} L_2 \\ M_2 \\ S_2 \end{bmatrix}$$

В целях вычисления согласованных цветовых стимулов для двух разных условий просмотра матричное представление можно расширить путем включения в него преобразования МКО-трехстимульных значений XYZ в относительные колбочковые ответы LMS (M-матрица):

$$\begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} = \mathbf{M}^{-1} \begin{pmatrix} L_{\text{на max 2}} & 0,0 & 0,0 \\ 0,0 & M_{\text{на max 2}} & 0,0 \\ 0,0 & 0,0 & S_{\text{на max 2}} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1/L_{\text{на max 1}} & 0,0 & 0,0 \\ 0,0 & 1/M_{\text{на max 1}} & 0,0 \\ 0,0 & 0,0 & 1/S_{\text{на max 1}} \end{pmatrix} \mathbf{M} \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix}.$$

Фонкризовский расчет смены хроматической адаптации при переходе от одних условий просмотра к другим использовался Бренеманом для прогнозирования визуальных данных его экспериментов.

Преобразование хроматической адаптации Брэдфорда (BFD CAT) широко используемым новым преобразованием хроматической адаптации является преобразование Брэдфорда. Он был получен Ламом эмпирическим путем из набора соответствующих цветов, определенных для 58 окрашенных образцов шерсти с различной цветовой константностью, оцененных при источниках света А и D65. Из-за разной постоянства цвета образцов эксперимент был спланирован таким образом, чтобы соответствующие цвета отображали один и тот же внешний вид при разных источниках освещения, а не обязательно один и тот же образец. Исходное хроматическое адаптационное преобразование Брэдфорда представляет собой модифицированное преобразование Няятани и содержит нелинейную коррекцию в синей области. Во многих приложениях этой нелинейностью пренебрегают. Результирующая линеаризованная CAT Брэдфорда затем записывается в уравнении с использованием следующей матрицы преобразования MBFD.

$$\mathbf{M}_{\text{von Kries}} = \begin{bmatrix} 0.3897 & 0.6890 & -0.0787 \\ -0.2298 & 1.1834 & 0.0464 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Одним из следствий преобразования хроматической адаптации Брэдфорда является то, что цветовая коррекция для освещения происходит не в пространстве колбочек, а скорее в «суженном» пространстве колбочек. Сенсоры Брэдфорда (линейная комбинация XYZ, определенная в преобразовании Брэдфорда) имеют более узкую чувствительность, чем колбочки. Кроме того, длинный и средневолновая чувствительность Брэдфорда более декретирована. Однако датчики Брэдфорда не являются оптимально узкими. Матрица преобразования MSharp, используемая для сравнений в этой статье, основана на сохранении точки белого на

основе данных повышения резкости соответствующего набора цветowych данных Лама и выглядит следующим образом:

$$\mathbf{M}_{\text{BFD}} = \begin{bmatrix} 0.8951 & 0.2664 & -0.1614 \\ -0.7502 & 1.7135 & 0.0367 \\ 0.0389 & -0.0685 & 1.0296 \end{bmatrix}$$

Реакция зрительной системы на свет, отраженный от объекта, зависит от отражательных свойств объекта, а также от природы света, которым освещается объект. Это изменение цвета, как правило, является нежелательным свойством зрительной системы, и многие исследования были посвящены разработке так называемых алгоритмов постоянства цвета, которые учитывают цвет света, падающего на сцену, и обеспечивают стабильные цвета объектов независимо от преобладающего освещения. Преобразования хроматической адаптации способны предсказывать соответствующие цвета. Пара соответствующих цветов состоит из цвета, наблюдаемого при одном источнике света, и другого цвета, который выглядит так же при наблюдении при другом источнике света. Применение адаптационных матриц создает погрешности, поэтому в точных колориметрических расчётах из лучше не применять

Список литературы:

1. Dejana Đorđević, Aleš Hladnik, Andrej Javoršek. Performance of Five Chromatic Adaptation Transforms Using Large Number of Color Patches, ACTA GRAPHICA 20(2009)1-4, p. 9-19.
2. Hirakawa, K.; Parks, T.W. Chromatic adaptation and white-balance problem. In Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing, Genova, Italy, 11–14 September 2005; pp. 984–987.
3. Kerouh, F.; Ziou, D.; Lahmar, K.N. Content-based computational chromatic adaptation. Pattern Anal. Appl. 2018, 21, 1109–1120.
4. Wilkie, A.; Weidlich, A. A Robust Illumination Estimate for Chromatic Adaptation in Rendered Images. Comput. Graph. Forum 2009, 28, 1101–1109.
5. G.D. Finlayson and S. S'usstrunk, Spectral Sharpening and the Bradford Transform, Proceedings of the Colour Imaging Symposium (CIS) 2000, University of Derby, Colour Institute, pp. 236-243, 2000.

2.2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

КОНТАКТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Куженова Нургуль Батыргалиевна

*магистр естественных наук,
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет,
Казахстан, г. Уральск*

CONTACT AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF A SOLID STATE

Nurgul Kuzhenova

*Master of Natural Sciences,
West Kazakhstan innovation
and technological university,
Kazakhstan, Uralsk*

Аннотация. Актуальность темы определяется тем, что физика твердого тела представляет собой один из важнейших разделов современной физики, так как твердые тела со своими многими свойствами находят широкое применение на практике. Исследование свойств твердого тела на основе законов классической и современной физики позволяет находить все более широкую область их применения.

Abstract. The relevance of the topic is determined by the fact that solid state physics is one of the most important sections of modern physics, since solid bodies with their many properties are widely used in practice. The study of the properties of a solid body based on the laws of classical and modern physics makes it possible to find an increasingly wide field of their application.

Ключевые слова: электрон; металл; работа; энергия; работа выхода.

Keywords: electron; metal; work; energy; work function.

Проблемы свойств твердого тела имели большое значение в истории развития физической науки и способствовали научно-техническому прогрессу. Поэтому в содержании физики СОШ, в профес-

сиональной подготовке учителя изучению физических свойств твердого тела уделяется большое внимание. Эти свойства: механические, тепловые, электрические, магнитные, контактные и термоэлектрические. Среди электрических явлений большую практическую значимость имеют контактные явления, которые рассматриваются в данной статье. Их углубленные исследования важны в профессиональной подготовке учителей физики.

Данные вопросы могут быть расширенными в содержании физики СОШ. Их углубленная изучение может быть выполнена в процессе индивидуальной работы с учащимися, проектной деятельности.

Согласно современным представлениям металл можно рассматривать как совокупность свободных электронов, движущихся в пространстве ионной кристаллической решетке. Свободные электроны рассматриваются как идеальный газ, который по классическим представлениям подчиняется закону Ньютона и Максвелла-Больцмана, а по квантовому – уравнению Шредингера и статистике Ферми-Дирака. Электроны свободно двигаются по кристаллу, но выйти из кристалла они свободно не могут. Для этого им надо совершить работу выхода, затратив некоторую энергию.

Рассмотрим особенности поведения электрона на границе, представленное различными авторами.

В работе Епифанова Г.И. приводятся следующие понятия работы выхода электрона из металла и полупроводника. Положительные ионы, образующие решетку металла, создают внутри него электрическое поле с положительным потенциалом, периодически меняющееся при перемещении вдоль прямой, проходящей через узлы решетки (рис. 1а). В грубом приближении этим изменением можно пренебречь и считать потенциал во всех точках металла одинаковым и равным V_0 . Свободный электрон, находящийся в таком поле, обладает отрицательной потенциальной энергией $U_0 = -qV_0$ (q – заряд электрона) [1, с. 229].

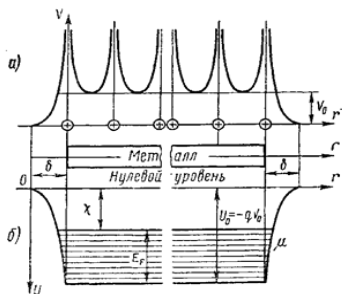


Рисунок 1. Работа выхода электрона из металла и полупроводника

На рис. 1б представлено изменение потенциальной энергии электрона при переходе из вакуума в металл: в вакууме $U = 0$, в металле $U = U_0 = -q V_0$. Это изменение хотя и носит характер скачка, но происходит не мгновенно, а на протяжении отрезка δ , по порядку величины равного параметру решетки. Из рис. 1б. видно, что металл является для электрона потенциальной ямой, выход из которой требует затраты работы. Ее называют *работой выхода*.

Работа выхода измеряется обычно в электронвольтах. Отношение работы выхода к заряду электрона представляет собой потенциал имхода. Работа выхода, измеренная в электрон-вольтах, численно равна потенциалу выхода, измеренному в вольтах [1, с. 230].

Автор Савельев И.В. следующим образом объясняет работу выхода. Металлы не приобретают сами по себе положительного заряда. Значит, электроны проводимости не могут самопроизвольно покидать металл в заметном количестве. Это объясняется тем, что металл представляет для электронов потенциальную яму. Покинуть металл удастся только тем электронам, энергия которых оказывается достаточной для преодоления потенциального барьера, имеющегося на поверхности. Силы, обуславливающие этот барьер, имеют следующее происхождение. Случайное удаление электрона от наружного слоя положительных ионов решетки приводит к возникновению в том месте, которое покинул электрон, избыточного положительного заряда. Кулоновское взаимодействие с этим зарядом заставляет электрон, скорость которого не очень велика, вернуться обратно. Таким образом, отдельные электроны все время покидают поверхность металла, удаляются от нее на несколько межатомных расстояний и затем поворачивают обратно. В результате металл оказывается окруженным тонким облаком электронов. Это облако образует совместно с наружным слоем ионов двойной электрический слой (рис. 2; кружки – ионы, черные точки – электроны). Силы, действующие на электрон в таком слое, направлены внутрь металла. Работа, совершаемая против этих сил при переводе электрона из металла наружу, идет на увеличение потенциальной энергии электрона W_p [2, с. 265].

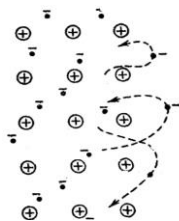


Рисунок 2. Двойной электрический слой

Полная энергия электронов в металле складывается из потенциальной и кинетической энергии. Значения кинетической энергии электронов проводимости заключены при абсолютном нуле в пределах от 0 до совпадающей с уровнем Ферми W_{max} . На рис. 3 энергетические уровни зоны проводимости вписаны в потенциальную яму (пунктиром изображены незанятые при $0^\circ K$ уровни). Для удаления за пределы металла разным электронам нужно сообщить неодинаковую энергию. Так, электрону, находящемуся на самом нижнем уровне зоны проводимости, необходимо сообщить энергию W_{p0} ; для электрона, находящегося на уровне Ферми, достаточна энергия $W_{p0} - W_{max} = W_{p0} - W_F$

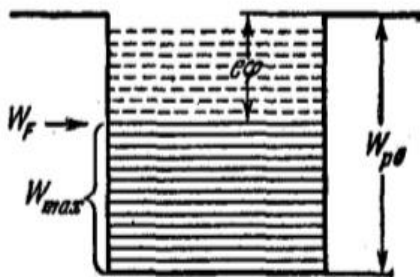
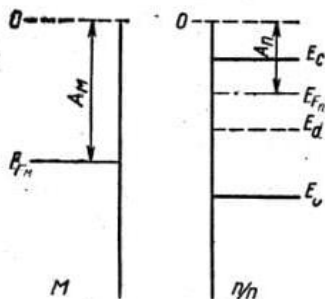


Рисунок 3. Энергетические уровни зоны проводимости

Наименьшая энергия, которую необходимо сообщить электрону для того, чтобы удалить его из твердого или жидкого тела в вакуум, называется **работой выхода**. Работу выхода принято обозначать через $e\phi$, где ϕ – величина, имеющая размерность потенциала и называемая **потенциалом выхода** [2, с.267].

Автор Шевченко О.Ю. следующим образом объясняет работу выхода. Электронный газ удерживается в кристалле полем положительных ионов решетки. Потенциальная энергия электрона в таком поле меньше потенциальной энергии электрона, находящегося вне кристалла, и для его удаления за пределы тела необходимо совершить некоторую работу. В металле при $T = 0^\circ K$ электроны заполняют все энергетические уровни вплоть до уровня Ферми. Минимальная работа (энергия), которую нужно затратить для удаления электрона с энергией, соответствующей уровню Ферми, на такое расстояние от тела, где можно пренебречь его (тела) воздействием на электрон (уровень вакуума), называют (термодинамической) **работой выхода A_m** (рис.4).



**Рисунок 4. Энергетическая схема контакта металл –
полупроводник n – типа ($A_m > A_n$)**

При $T > 0^\circ\text{K}$ в металле появляются электроны на уровнях, выше уровня Ферми. Удаление электронов с энергией, меньшей E_{F_M} , нарушает равновесие в кристалле и вызывает переход быстрых электронов на освободившиеся уровни с выделением энергии и нагревом кристалла. Удаление же электронов с энергией, большей E_{F_M} , вызывает, наоборот, переход оставшихся электронов на более высокие уровни с отбором энергии от решётки и её охлаждением. Только удаление электрона с уровня Ферми не нарушает равновесия в кристалле, поэтому работу выхода всегда отсчитывают от уровня Ферми. Аналогичная картина наблюдается также в полупроводниках, где, как правило, электроны расположены либо выше, либо ниже уровня Ферми и их удаление вызывает либо нагрев, либо охлаждение кристалла. Поэтому и в полупроводниках работу выхода принято отсчитывать от уровня Ферми, хотя на нём может вообще не оказаться электронов. [3, с. 58].

В заключении «Контактные свойства твердого тела» посвящена рассмотрению понятия работы выхода и явлениям, происходящим в контактах твердых тел. **Отмечено**, что контактные явления рассматривается на основе представлении у наличии свободных носители заряда в металлах и полупроводниках (электронов и дырок), которые не могут свободно выйти за пределы твердого тела. Поведения носители заряда рассматривается на основе квантовой физики, т.е. их свойств, полученных на основе решения уравнения Шредингера и квантовой статистики Ферми-Дирака.

Обращено внимание на то, что различные авторы не совсем одинаково подходит к объяснению работа выхода. Но все подходы сводится к тому, что электроны в твердом теле находится в потенциальной яме. Следовательно, для выхода им необходимо преодолеть потенциальный

барьер равный глубине ямы. Для этого необходима энергия. Величина работы выхода определяется энергии, которую электрон должен затратить для преодоления удерживающих его сил.

Список литературы:

1. Елифанов Г.И. Физика твердого тела: Учебное пособие. 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, том 2. Электричество// СПб.: Издательство «Лань», 1970.-431 с.
3. Шевченко О.Ю. Основы физики твердого тела. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 76с.

2.3. ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ

Швачко Александр Алексеевич

*канд. техн. наук,
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

Матюшкин Владислав Владимирович

*аспирант,
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

Джихад Зульфикар Надхи

*аспирант,
Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.,
РФ, г. Саратов*

METHODS OF CONTROL OF MAGNETIC SYSTEMS BASED ON VARIOUS PARAMETERS

Alexander Shvachko

*Candidate of Technical Sciences,
Saratov State Technical University
named after Gagarin Yu.A.,
Russia, Saratov*

Matyushkin Vladislav Vladimirovich

*Postgraduate student,
Saratov State Technical
University named after Gagarin. Yu.A.,
Russia, Saratov*

Zulfikar Jihad

Postgraduate student,
Saratov State Technical
University named after Gagarin. Yu.A.,
Russia, Saratov

Аннотация. В данной статье были рассмотрены установки для оценки и настройки магнитных систем. Так же рассмотрены возможные методы настройки или анализа магнитной фокусирующей системы и магнитооптических материалов. Приведен метод контроля магнитных систем, основанный на эффекте Фарадея, эффекте Керра.

Abstract. In this article, installations for evaluating and configuring magnetic systems were considered. Possible methods of adjustment or analysis of the magnetic focusing system and magneto-optical materials are also considered. A method for controlling magnetic systems based on the Faraday effect, the Kerr effect, is given.

Ключевые слова: юстировка магнитных систем; эффект Фарадея; эффект Керра; установка для оценки и настройки магнитных систем.

Keywords: alignment of magnetic systems; Faraday effect; Kerr effect; installation for evaluation and adjustment of magnetic systems.

При создании магнитных фокусирующих систем, например, для ламп бегущей волны возникают известные проблемы, связанные с необходимостью юстировки электронного потока, движущегося в заданном направлении вдоль оси прибора, то есть совмещение его оси с магнитной осью фокусирующей системы, которая, в свою очередь, определяется точностью монтажа отдельных магнитов, набранных на механической оправке, формирующей механическую ось системы.

Анализ имеющихся проблем и значимости юстировки показывает необходимость создания автоматизированных комплексов моделирования юстировки электронного потока в системе формирования магнитного поля в фокусирующих системах.

Поиск центра магнитной системы (см. рис. 1а) можно продемонстрировать на примере специального соленоида, разработанного для снятия характеристик магнетрона. Поперечное сечение зазора магнитной системы представляет собой полюсные наконечники (S, N), разрывающий магнитопровод, охватывающий внутреннюю и внешнюю часть соленоида. При максимальных токах соленоида 2,5 А установка позволяет получить до 1 Тл магнитного поля в зазоре.

Важность поиска центра магнитной системы можно продемонстрировать на примере специального соленоида, разработанного для снятия характеристик магнетрона.

Измерения проводились с помощью зонда с датчиком Холла, рабочая плоскость которого размещена вдоль оси зонда и обеспечивает фиксацию поперечного магнитного поля при вращении датчика в азимутальном направлении.

Схема магнитной фокусирующей системы и графики возможного несовпадения механической, магнитной осей и электронного потока приведены на рис 1б.

Приведенная на рисунке 1б характеристика (несимметричность) показывает, что положение зонда с датчиком Холла не совпадает с магнитной осью системы.

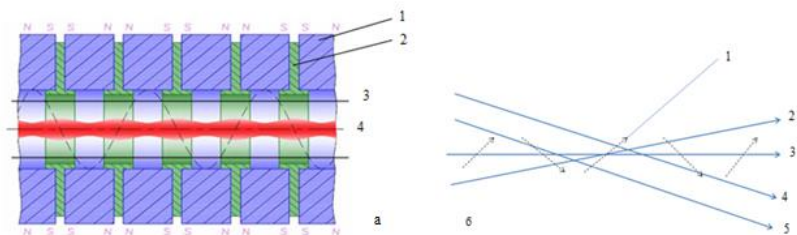


Рисунок 1. А – Схема МПФС и электронного потока (ЭП):

1 – поверхность магнитов; 2 – полюсные наконечники;

**3 – поверхность колбы лампы; 4 – ось электронного потока; Б –
Схема осей для юстировки в МПФС: 1- оси магнитов; 2 – колба
ламы; 3 – электронный поток; 4 – крепление; 5 – оправка прибора**

Метод настройки, основанный на эффекте Фарадея

В качестве первого из возможных методов настройки или анализа магнитной фокусирующей системы можно взять метод настройки, основанный на эффекте Фарадея. Эффект Фарадея заключается в повороте плоскости поляризации светового луча по мере воздействия на него (проходя через специальную магнитооптическую среду) магнитного поля [1-5].

Простейшая установка для оценки и настройки магнитных систем должна как минимум состоять из следующих элементов: источник лазерного излучения, поляризатор, магнитооптическое вещество, анализатор. Схема такой установки приведена на рисунке 2.



Рисунок 2. Схема установки для анализа магнитных систем на основе эффекта Фарадея: лазер, П1 – поляризатор, А – анализатор, экран, магнитная система – исследуемая магнитная система, образец – магнитооптическое вещество

Источник лазерного излучения подбирается под активное магнитооптическое вещество, так как значение постоянной Верде в веществе зависит от длины волны излучения. Наиболее распространенными для подобных целей являются лазеры на CO_2 или He-Ne лазеры.

Поляризатор, устанавливаемый сразу после источника излучения, воздействует на плоскость поляризации излучения, получившийся угол является 0^0 для системы, то есть точкой отсчета.

Активное вещество помещается в магнитную систему согласно ее геометрической и магнитной оси. Конструктивно активное вещество должно быть выполнено в виде стержня или световода, для того чтобы улавливать знакопеременное магнитное поле.

После прохождения через магнитную систему световой луч попадает на анализатор. Простейший анализатор представляет собой поляризатор с возможностью регулировки угла своего положения. В конце системы находится экран. Регулируя угол анализатора, необходимо найти такое его положение, при котором на экране появится световое пятно. Значение угла анализатора в таком случае и будет значением угла Фарадея.

Откалибровав заранее с помощью электрического соленоида данную систему, можно установить соответствие между значениями угла Фарадея и конкретными значениями индукции магнитного поля.

Более сложная установка может вместо анализатора содержать второй поляризатор, заранее установленный в определенном положении относительно первого поляризатора. Вместо экрана в таком случае устанавливается фотоприемник, регистрирующий силу оптического излучения. Схема такой установки приведена на рисунке 3.



Рисунок 3. Схема установки для анализа магнитных систем на основе эффекта Фарадея: лазер, П1, П2 – поляризаторы, магнитная система – исследуемая магнитная система, образец – магнитооптическое вещество, ФП – фотоприемник

Установка в итоге работает в двух режимах без магнитной системы и с магнитной системой. Интенсивность света, прошедшего через два поляризатора, по закону Малюса зависит от α – угла между осями пропускания поляризаторов друг относительно друга:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha, \quad (1)$$

где I_0 – интенсивность света, прошедшего через второй поляризатор. Данная формула справедлива при отсутствии магнитного поля (магнитной системы). При воздействии внешнего магнитного поля происходит сдвиг поляризации излучения $\Delta\alpha$ и формула приобретает вид:

$$I = I_0 \cos^2(\alpha + \Delta\alpha) \quad (2)$$

В итоге работа установки сводится к измерению интенсивности излучения в двух случаях: при работе без магнитной системы и с установленной магнитной системой.

Данную установку можно использовать не только для исследования магнитных систем, но и для исследования магнитооптических материалов. Для этого образец помещается в магнитное поле, генерируемое соленоидом. Также для этого необходимо предусмотреть вращение плоскости поляризаторов друг относительно друга. В такой ситуации снятые показания можно обработать, аппроксимировав функциями $\theta = \cos^2(\alpha + k_1)$ для случая без магнитного поля и $\theta = \cos^2(\alpha + k_2)$ для случая с включенным магнитным полем. Если обе полученные таким образом кривые отобразить на одной координатной плоскости, то расстояние между кривыми по оси абсцисс (ось углов) и будет искомым углом $\Delta\alpha$ (углом Фарадея).

Метод настройки магнитных систем, основанный на эффекте Керра

Также исследовательский интерес представляет магнитооптический эффект Керра. Установки, основанные на таком эффекте, обладают одним минусом: ограничение типов исследуемых магнитных полей. Так можно исследовать магнитные системы с однонаправленным магнитным полем или реверсивные фокусирующие системы с малым количеством реверсов[6-9].

Установка должна содержать в качестве минимума следующий набор элементов: лазер, поляризатор, магнитную систему, магнитооптический материал, анализатор и фотодетектор. Простейшая схема такой установки приведена на рисунке 4.

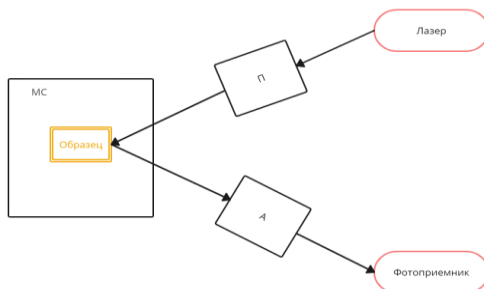


Рисунок 4. Схема установки для анализа магнитных систем на основе эффекта Керра: лазер, П – поляризатор, А – анализатор, МС – исследуемая магнитная система, образец – магнитооптическое вещество, фотоприемник

Сложностями при реализации данной установки является наличие трех различных по типу и природе разновидностях эффекта Керра: полярного, меридианного и экваториального.

Математически эффект Керра для экспериментальных случаев можно описать следующим образом:

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_0} \quad (3)$$

Где $\Delta I = I_0 - I$, I_0 – интенсивность света, отраженная от не намагниченного образца, I – интенсивность света намагниченного образца. Интенсивность света прошедшего через поляризатор описывается приведенным ранее законом Малюса.

$$\Delta I = I \alpha \sin 2\gamma \quad (4)$$

Согласно выражению (4), интенсивность света в случае, когда плоскости поляризатора и анализатора будут параллельны, т.е. $\Delta I = 0$. Максимальная интенсивность света будет наблюдаться при $\gamma = 45^\circ$.

В итоге угол поворота плоскости поляризации будет определяться:

$$\alpha = \frac{\delta}{2} \quad (5)$$

Выводы

В данной статье были рассмотрены проблемы юстировки магнитных систем для вакуумных усилительных приборов.

Также приведен ряд предлагаемых методов контроля магнитных систем, основанных на различных параметрах. Первой приведен метод контроля, основанный на эффекте Фарадея. В данном методе используется свойство светового луча реагировать на воздействие магнитным полем при прохождении в специальных магнитооптических средах. Приведены 2 схемы предлагаемых установок на эффекте Фарадея, отличающихся способом регистрации отклонения плоскости поляризации. В первом в качестве такого устройства предлагается обычный экран, а метод регистрации основан на визуальном наблюдении. Вторая версия подразумевает осуществлять контроль более точным образом, посредством фотодетектора.

В качестве второго метода была предложена установка на эффекте Керра. Особенность данного физического эффекта подразумевает ограничение контролируемых магнитных систем. В виду отражающего характера эффекта с помощью его можно контролировать только не протяженные магнитные системы.

Список литературы:

1. Аксенов В.А. Особенности эффекта Фарадея в кварцевых волоконных световодах/Радиотехника и электроника. – 2002. – Т. 47, №. 8. – С. 1011-1017.
2. Вдовичев С.Н. Магнитооптические эффекты/Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – С. 13.
3. Гавричев, В.Д. Волоконно-оптические датчики магнитного поля: Учебное пособие/Университет ИТМО. – 2013. – С. 84.
4. Горячева М.Ю., Одинок Д.С., Эльберг М.С. Эффект Фарадея для высокоточных измерений/Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т. 2, №. 11. – С. 161-162.
5. Дейнека И.Г., Шрамко О.А., Тараканов С.А. Изучение магнитооптического эффекта Фарадея/Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2008. – №. 49. – С. 84-89.
6. Уралов Б.К., Тошболтаева Н.Н., Абсаматова З.А., Кенже С.Н. Продольный магнитооптический эффект/Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Москва, 2019. – 211-215 с.
7. Усачёв П.А., Кац В.Н., Павлов В.В. Фотоиндуцированный магнитооптический эффект Керра в сульфиде европия EuS /Физика твердого тела. – 2020. – Т. 62, №. 9. – С. 1454-1458.
8. Шалыгина Е.Е. Линейные магнитооптические эффекты в ферромагнетиках в отраженном свете/ Издательство МГУ. – 2014. – С. 19.
9. Юрасов А.Н., Семенова Д.В. Особенности экваториального эффекта Керра в отожженных и неотожженных нанокompозитах (CoFeZr) X (Al₂O₃)(1-X) /Российская научно-техническая конференция с международным участием. Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике. – 2019. – С. 51-58.

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам LXIII международной
научно-практической конференции*

№ 4 (63)
Май 2023 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 04.05.23. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,875. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru