

Борданов И.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: bordanov2011@yandex.ru*

### **Применение методологии имитационного моделирования для оценки погрешности матрично-векторного умножения в многослойном персептроне**

В последние годы искусственные нейронные сети (ИНС) значительно расширили возможности своего применения, начиная от решения классических задач, таких как распознавание изображений [1] и обработка естественного языка [2] и заканчивая более современными областями, такими как молекулярная генетика [3] и другими. Все это стало возможным благодаря увеличению мощности вычислительных систем и широкой доступности наборов данных для обучения ИНС.

Расширение возможностей, областей применения, а также объемов информации, которую ИНС обрабатывают, приводит к все более высоким требованиям по их энергоэффективности и скоростным показателям [4]. В настоящее время ИНС реализуются в основном на базе цифровой электроники. В связи с этим фактом, они имеют высокое энергопотребление и низкие скоростные показатели по сравнению с биологическими нейронными сетями, по образцу которых они были созданы. Одним из возможных решений данной проблемы является аппаратная аналоговая реализация ИНС на базе мемристивных устройств (ИНСМ).

Мемристивные устройства в ИНСМ используются для энергонезависимого хранения весов синапсов нейронов в виде значений сопротивлений и играют непосредственную роль в процессе матрично-векторного умножения (МВУ), которое является одной из основных операций, выполняемых в ИНС [5].

Несмотря на ряд преимуществ [6], которые делают мемристоры одними из наиболее привлекательных устройств для аппаратной аналоговой реализации ИНС, они имеют и недостаток, связанный с нестабильностью значений сопротивления между циклами переключения [7]. Данное явление влияет на качество МВУ, которое закономерно приводит к снижению точности работы ИНСМ.

Одним из перспективных способов решения указанной проблемы является применение методологии имитационного моделирования для оценки точности выполнения МВУ и соответственно всей ИНСМ на этапе проектирования.

В докладе представлен алгоритм для оценки точности вычисления матрично-векторного умножения с учетом погрешностей сопротивлений мемристивных устройств. Работа данного алгоритма рассмотрена на примере ИНСМ в архитектуре многослойный персептрон, обученной решению задачи классификации черно-белых изображений.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-3988.2022.5.

### **Литература**

1. Ma D. Y. Summary of Research on Application of Deep Learning in Image Recognition // Highlights in Science, Engineering and Technology. – 2022. – Т. 1. – С. 72-77.
2. Von der Mosel J., Trautsch A., Herbold S. On the validity of pre-trained transformers for natural language processing in the software engineering domain // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2022.
3. Liu J. et al. Application of deep learning in genomics // Science China Life Sciences. – 2020. – Т. 63. – №. 12. – С. 1860-1878.
4. Xia Q., Yang J.J. Memristive crossbar arrays for brain-inspired computing // Nature Materials. Nature Publishing Group, 2019. Vol. 18, № 4. P. 309–323.
5. Midya R. et al. Reservoir Computing Using Diffusive Memristors // Adv. Intell. Syst. 2019. Vol. 1, № 7. P. 1900084.

6. Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., Зуев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В. Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1(39). С.14-45.

7. Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., Зуев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В. Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1(39). С.14-45.

Варламов А.Д., Варламова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
varlamov\_aleks@mail.ru

## **Опыт создания фильтров в проекте на Laravel с использованием принципов SOLID**

При разработке сайтов типовой задачей является создание фильтров - механизма, позволяющего отбирать данные по некоторым критериям. Такой механизм является неотъемлемой частью интернет-магазинов, онлайн-кинотеатров, социальных сетей и большинства других типов сайтов. Фильтрация элементов повсеместно используется в веб-приложениях, потому как она значительно упрощает процесс поиска необходимой информации. К примеру, в интернет-магазинах на страницах вывода списка товаров, как правило, отображается группа фильтров, которые используются посетителями для фильтрации выбранной из базы данных информации по определенным параметрам.

В крупных проектах очень важно правильно организовать этот механизм с архитектурной точки зрения [1]. В противном случае в проекте неизбежно появятся антипаттерны, кодовая база усложнится, поддержка проекта затруднится.

В докладе описан опыт создания фильтров в образовательном проекте на PHP-фреймворке Laravel с использованием принципов SOLID [2]. Следует отметить, что данная концепция [3] относительно новая и в настоящее время очень быстро набирает популярность в сфере профессиональной разработки ИТ-проектов. В докладе основное внимание уделено следующим моментам разработки:

- проблемы использования классического механизма фильтрации на основе построителя запросов к базе данных QueryBuilder;
- создание иерархии классов для фильтров;
- использование score-методов фреймворка Laravel;
- особенности применения многовариантных фильтров;
- реализация упорядочивания данных на основе механизма фильтрации;
- реализация поиска данных на основе механизма фильтрации.

Рассмотренный механизм фильтров относительно несложный в понимании и применении для различных проектов, написанных либо с нуля, либо с использованием фреймворков. Он отлично сочетается с технологическими и архитектурными подходами HMVC, REST, SOLID, DRY [4, 5] и другими.

В заключении можно отметить, что представленный метод можно применять не только в проектах на PHP или фреймворке Laravel, но и в решениях на основе других технологических стеков разработки.

## **Литература**

1. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. 2018, 410 с.
2. Тепляков С.В. Паттерны проектирования на платформе .NET. 2016, 320 с.
3. Сергей Аганисянец. Концепция фильтрации моделей на примере Laravel 2020. <https://habr.com/ru/post/485520>. Дата обращения 13.01.2023.
4. Принципы для разработки: KISS, DRY, YAGNI, BDUF, SOLID, APO и бритва Оккама. Блог компании НПП ИТЭЛМА. 2021. <https://habr.com/ru/company/itelma/blog/546372>. Дата обращения 13.01.2023.
5. Jose Granja. 7 Software Development Principles That Should Be Embraced Daily //Better Programming. 2021

Еремеев С.В., Егай М.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Планирование и учет дорожного покрытия на основе QGIS**

В настоящее время существует большое количество коммерческих программных продуктов, позволяющих решать широкий спектр задач для муниципальных геоинформационных систем [1]. Такие программные средства ориентированы на обработку пространственной и атрибутивной информации [2]. Особое значение уделяется автоматизированному учету и анализу дорожного покрытия городской инфраструктуры. Между такими объектами исследуются пространственные взаимосвязи [3] и разрабатываются методы пространственного анализа данных, которые в дальнейшем используются в транспортной модели сети дорог [4].

Геоинформационные системы (ГИС) автомобильных дорог активно развиваются в последнее время: взаимодействуют с различными подсистемами, дополняются веб-поддержкой, осуществляется интеграция элементов ГИС в режиме реального времени, применяются для архивного хранения информации с последующим развертыванием на этапе эксплуатации. ГИС позволяют по-разному воспринимать одну и ту же геопространственную информацию, и по-новому представлять геовизуальные данные.

Использование коммерческого программного обеспечения потребует вложения крупных инвестиций и это не всем доступно. Поэтому в качестве альтернативы можно выбрать свободно распространяемое программное обеспечение, например, такие Open Source проекты, как Quantum Geoinformation System (QGIS). QGIS является бесплатной географической информационной системой с открытым кодом, которую можно применять в качестве базы для создания геоинформационных технологий.

Целью работы является разработка геоинформационной технологии для учета дорог, требующих ремонта, а также для своевременного контроля и устранения дефектов покрытия автодорог на основе QGIS. Преимущество данного подхода – это простота в использовании и возможность доработки существующего функционала.

В работе предложены подсистемы для поиска и отображения состояния автомобильных дорог, а также для расчета стоимости ремонта дорожного покрытия. Разработанная геоинформационная технология позволяет решить поставленную задачу средствами QGIS, включая QuickMapServices, QuickOSM, Plugin Builder, Plugin Reloader. Для создания геоинформационной технологии в среде QGIS использован язык программирования Python.

Разработанная геоинформационная технология легко интегрируется в QGIS, проста в использовании, снижает трудоемкость и сокращает время обработки данных по эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, которые предоставляют необходимые возможности для анализа дорожного покрытия. Геоинформационная технология выполняет следующие задачи: отображение дорог, требующих ремонта, маркировка их определенным цветом и расчет себестоимости ремонта дорог. Кроме того, можно расширять функциональные возможности данной геоинформационной технологии для решения новых задач, возникающих при практическом применении, например, ведение и учет дополнительных параметров расчета стоимости ремонта дорог, типа дорожного покрытия, учет видов ремонтных работ и материалов.

### **Литература**

1. Шокин Ю.И., Потапов В.П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // Вычислительные технологии. – Новосибирск: Институт вычислительных технологий СО РАН, 2015. – Т. 20. – №5. – С. 175–213.

2. Еремеев С.В. Абакумов А.В. Программный комплекс для обнаружения и классификации природных объектов на основе топологического анализа // Программные продукты и системы. – 2021. – Т.34. – № 1. – С. 201–208. DOI: 10.15827/0236-235X.133.005-018
3. Mahmoud M.S. Albattah, Salah Edin Youssef. The potential of space geomatics engineering applications in transportation analysis and planning // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. – 2021. – P. 29-40.
4. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – № 1(4). – С. 4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1

Комкова С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
savicheva.svetlana@gmail.com*

### **Алгоритм поиска экссудатов на изображениях сетчатки глаза человека**

Известно, что одним из осложнений диабета является диабетическая ретинопатия, которая поражает сетчатку глаза человека. Отличительным признаком данного заболевания является появление так называемых экссудатов. Они представляют собой жидкость, которая в результате воспаления выделяется на поверхности сетчатки глаза. Диагностика данного заболевания занимает много времени, так как выполняется вручную офтальмологом и ее точность целиком зависит от квалификации врача. Исходя из этого можно сделать вывод, что задача автоматизации данного процесса является актуальной, поскольку позволит выполнять диагностику заболевания на ранних этапах и тем самым свести к минимуму вероятность возникновения слепоты у населения [1].

Данная статья посвящена разработке и экспериментальному исследованию алгоритма, который позволит обнаруживать области, соответствующие твердым экссудатам на снимках глазного дна человека.

Предлагаемый алгоритм состоит из нескольких шагов:

1. Удаление оптического диска.
2. Обнаружение областей с экссудатами.
3. Сегментация экссудата

Для проверки работы алгоритма были взяты изображения из изображений DIARETDB1. Оценка проводилась на основе вычисления значений точности, чувствительности и специфичности.

Предлагаемый алгоритм обеспечивает средние значения точности, чувствительности и специфичности соответственно 99,33, 81,65 и 99,42%, что позволяет сделать вывод о том, что он хорошо подходит для обнаружения экссудатов. На конечные результаты сегментации оказывает влияние точность выделения квадратов, которые относятся к группе 1. Поэтому в дальнейшем результаты можно будет улучшить, если подобрать более точный алгоритм классификации. К достоинству алгоритма можно отнести то, что вместо того, чтобы напрямую пытаться обнаружить экссудаты на всем изображении сначала обнаруживаются определенные области, содержащие экссудаты.

### **Литература**

1. Комкова С.В. Предварительная обработка изображений сетчатки глаза // Естественные и технические науки. 2016, №6(96), С. 144-146.
2. Комкова С.В. Методика маркировки кровеносных сосудов на изображениях сетчатки глаза человека // Естественные и технические науки. 2019, №10, С. 250-252.
3. Комкова С.В. Методика формирования вектора признаков по изображениям сетчатки глаза // Естественные и технические науки. 2021. № 4. С. 250–252.
4. Комкова С.В. Алгоритм идентификации экссудатов на изображениях сетчатки глаза человека // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2022. Т. 19. № 1. С. 47–51. DOI: 10.14489/vkit.2022.01. pp.047-051.

Титов В.С., Титов Д.В.  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94  
e-mail: titov.swsu@gmail.com

### Оценка качества системы обработки изображений

В задачах обработки, передачи и анализа изображений одним из вопросов является вопрос его качества. Оценка качества изображений чаще всего определяется решаемой задачей и предъявляемыми к системе требованиями. На оценку качества влияет используемый метод, его точность и чувствительность, методика обработки полученных результатов [1,2].

Уровень качества системы обработки изображений  $y_k$  оценивается как отношение значения оценочного показателя  $x_{оп}$  к базовому значению того же оценочного показателя  $x_{бп}$ .

В связи с тем, что систем обработки и анализа изображений (СОАИ) характеризуется сложностью функционирования системы, то необходимо производить оценку ее функционирования по большинству или по основным критериям. Поэтому оценить качество функционирования СОАИ является сложной технической задачей.

Для адекватной оценки функционирования сложно структурируемых систем принято выделять основные и второстепенные критерии и вести дальнейшую оценку только по основным критериям.

На основании анализа литературы, посвященной оценке качества СОАИ и специфики формирования СОАИ, выбраны следующие критерии качества: достоверность, вероятность обнаружения исследуемых объектов, точность обнаружения исследуемых объектов, точность пространственной привязки, точность настройки (СОАИ) (качество калибровки), быстродействие, вид информации, получаемой от СОАИ, поле обзора, отношение сигнал/шум, чувствительность, область спектральной чувствительности и число спектральных диапазонов, спектральное, энергетическое, линейное и угловое пространственные разрешения системы, степень адаптации к внешним условиям (освещенность, фон, уровень помех и т.д.), масса, габаритные размеры, возможность контроля качества и проведения испытаний, стоимость и др.

Учитывая, что у многих СОАИ одна из важных задач – это уверенный прием сигнала на фоне помех и шумов и качественное воспроизведение его параметров, наиболее распространенными критериями качества являются статистические критерии – средний риск, условные вероятности правильного обнаружения ложных тревог, отношение правдоподобия.

Идеализированный прибор (СОАИ), обеспечивающий предельно допустимое значение выбранного или заданного критерия качества приема информации (сигнала), принято называть оптимальным приемником или оптимальным фильтром [1].

Нахождение оптимальных способов приема при заданных видах сигналов является одной из основных задач теории оптимальных методов приема.

Примем, что на вход СОАИ поступает смесь сигнала  $S(\alpha)$  и помехи  $m(\alpha)$

$$x(\alpha) = f[S(\alpha), m(\alpha)] ,$$

которая при аддитивной помехе является их суммой

$$x(\alpha) = S(\alpha) + m(\alpha) .$$

Сигнал, искаженный аддитивными помехами, можно рассматривать как сигнал со случайными параметрами  $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ , а смесь сигнала и помех в общем виде как функцию

$$x(\alpha) = S(\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots \beta_n) + m(\alpha) .$$

Обозначая сигнал на выходе системы  $y(\alpha)$ , задача нахождения оптимального фильтра сводится к определению такой структуры, при которой сигнал  $y(\alpha)$  будет наилучшим при принятом критерии качества.

В докладе рассматриваются задачи оценки качества обработки изображений в видимой, инфракрасной областях и показатели эффективности систем обработки изображений. Также оценивается вопрос качества программных средств.

### Литература

1. Тарасов В.Ю., Якушенков Ю.Г. Введение в проектирование оптико-электронных приборов: системный анализ: Учебник.-М.: Университетская книга, 2016.- 488 с.
2. Критерии оценки качества процесса комплексирования изображений в многоспектральных оптико-электронных системах //А.С. Васильев, А.Н. Тимофеев, А.В. Васильева, С.А. Ряпосов / Изв. Вузов Приборостроение, т.60, №7,2017.- С.647-653

Хлызова В.Г.

*Научный руководитель: д.т.н., профессор каф. ИСПИ Хорошева Е.Р.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)  
Россия, 600000, Владимирская область, г. Владимир, ул. Горького, дом № 87  
E-mail: valeriakhlyzoba@gmail.com*

### **Методы оценки рисков при разработке и внедрении системы управления цифровыми документами**

Согласно стандарту ИСО 9000-2015, “качество продукции и услуг организации определяется способностью удовлетворять потребителей и преднамеренным или непреднамеренным влиянием на соответствующие заинтересованные стороны. Качество продукции и услуг включает не только выполнение функций в соответствии с назначением и их характеристики, но также воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя” [1].

Внедрение системы управления цифровыми документами на любое предприятие выводит организацию на новый уровень управления и даёт важный экономический эффект, это вызвано ростом производительности труда сотрудников, сокращением времени на обработку документов и уменьшением расходов на хранение документов [2].

Система управления цифровыми документами представляет программное средство для отслеживания и хранения электронных документов или образов бумажных документов. Под качеством, применительно к системам управления цифровыми документами, понимается степень удовлетворения клиентов системой, на сколько разработанный продукт полезен для конкретного пользователя, в какой степени информационный продукт реализует миссию автоматизации документооборота [2].

Система управления цифровыми документами состоит из административной части в виде веб-приложения и мобильного приложения клиента. Документы пользователя хранятся в так называемом цифровом кошельке, на мобильном устройстве или внутри организации. Система может выпускать цифровой документ и верифицировать его, используя децентрализованное хранилище данных - это позволяет минимизировать риски, связанные с фальсификацией или утечкой данных документов пользователей системы.

Систему управления цифровыми документами на базе блокчейна можно использовать в следующих случаях:

1. внедрение ковидных паспортов, преимуществом данной системы будет являться быстрая проверка, простота внедрения и масштабирования системы;
2. допуск на организационные объекты - выпуск сертификатов подтверждающих специализацию сотрудника (например сертификат с разрешением посещения строительного объекта);
3. выпуск документов об образовании и проверка квалификации;
4. сертификаты на оборудование (проверка о происхождение оборудования, гарантийных обязательствах);
5. выпуск рекламных акций и купонов (проверка выпуска купона и индивидуализация купонов покупателей).

Оценка качества такого программного продукта жизненно важна как при приобретении, так и при разработке отвечающего требованиям к качеству программного продукта. Относительная важность различных характеристик качества программного обеспечения зависит от назначения и целей системы, в состав которой оно входит [3].

Внедрение системы управления цифровыми документами на предприятие ведет к серьезным затратам ресурсов (времени и бюджета), поэтому анализ и оценка возможных рисков является одним из критериев качества конечного продукта. Можно сказать что риск - это комбинация вероятности события и характер последствий произошедшего события. Одним из примеров риска для системы управления цифровыми документами может являться фальсификация цифровых документов. Так же вероятен риск того что система не окупится после внедрения (будет неэффективна) или случится провал проекта, если определенные действия будут или не



будут выполнены. Для того чтобы определить качество новой применяемой технологии или архитектуры решения, важно определить не только прибыль, но и стоимость убытков от ее реализации [4].

Чтобы рассмотреть все возможные риски информационной системы и предотвратить их возникновение существуют специальные методы оценки рисков. Рассмотрим методы оценки рисков для системы управления цифровыми документами.

Самым известным методом планирования и оценки рисков считается SWOT-анализ. Данный метод заключается в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны) и Weaknesses (слабые стороны) - факторы внутренней среды, и Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) - факторы внешней среды.

В случае рассматриваемой системы управления цифровыми документами факторами внутренней среды могут являться шаблоны предприятия для выпуска документов или финансы организации, а фактором внешней среды будет протокол передачи Agies.

SWOT-анализ может использоваться как для быстрой оценки текущего состояния системы, так и для стратегического планирования в будущем. Данный метод хорошо отражает сильные и слабые стороны системы, а также возможные риски и вероятность и критичность их возникновения.

Метод вероятностного анализа дерева рисков используется для того, чтобы проанализировать все события, происходящие в системе, которые могут в будущем привести к нежелательным последствиям. В рамках данного метода составляется список возможных нежелательных последствий и список всех причин возникновения таких последствий. Риски с наибольшими вероятностями возникновения рекомендуется рассматривать с особым вниманием и продумывать мероприятия по их устранению.

Применяя данный метод можно выделить следующие виды рисков: риски сбора требований, риски стоимости реализации, риски планирования, риски качества и так называемые бизнес риски.

Говоря о рисках сбора требований подразумевается все риски связанные с отсутствием полного анализа требований или с неадекватными/нечеткими требованиями. Так же возможны риски постоянного изменения требований или риск предоставления нереальных/невыполнимых требований к системе.

Все риски стоимости реализации связаны с неточной оценкой стоимости реализации нового программного продукта, неправильной работы технических ресурсов. Также учитывается риск сложной архитектуры приложения.

К рискам планирования относится: риск неадекватного размера бюджета, Риск сложности реализации, Риск неадекватных или недостаточных знаний команды или непредвиденные задержки в разработке, связанные с несогласием возникающими внутри проектной команды.

Риски качества могут быть связаны с нехватки квалифицированного персонала или с недостаточным тестированием программного продукта. Так же к этому виду риска можно отнести риск чрезмерно большого количества требований, которые были заявлены к системе.

Бизнес риски предполагают риски, связанные с несоответствиями выявленными в требованиях к стратегии организации или отклонения от сроков, бюджета или плана проекта.

Метод проектных рисков проводится с целью определения вероятности и размера потерь, характеризующих величину риска. Данный метод оценивает индикаторы рисков, которые включают изменчивость требований (RV), их сложность (CX/LGC) и эффективность (EF).

Изменчивость требований (RV) зависит от трех характеристик: так называемых коэффициента рождаемости (BR) и коэффициент смертности (DR), а также коэффициент изменения (CR) [5].

Коэффициент рождаемости есть процент новых потребностей предприятия в каждый цикл разработки. Коэффициент смертности есть процент требований, отброшенных в процессе каждого цикла разработки. Скорость изменения определяется как процент измененных требований с момента выпуска предыдущей версии. Изменение одного требования можно представить как "рождение" нового требования и "смерть" другого.

Эффективность (EF) измеряется как отношение рабочего времени к нерабочему (время простоя). Эта легко измеримая величина является хорошим показателем между высокой

производительностью команды и низкой производительностью во время выполнения проектных работ [5].

Сложность (CX/LGC) рассчитывается следующим образом:  $LGC = O + D + T$ , где для  $O$  — количество атомарных операторов или функций,  $D$  — количество атомарных потоков данных (соединений данных между операторами), а  $T$  — количество абстрактных типов данных, которые необходимы для работы системы [5].

На основе сведений составим цепочку ценности для минимизации рисков системы управления цифровыми документами. Для этого подойдут следующие рассмотренные методы: SWOT-анализ, метод проектных рисков и метод вероятностного анализа дерева рисков.

Система управления цифровыми документами разрабатывается в соответствии с гибкой методологией разработки. Что означает что после каждой итерации процесса разработки заказчик может наблюдать результат и понимать, удовлетворяет он его или нет, присылать новые требования. По этой причине оценку рисков следует проводить на каждой итерации. Метод проектных рисков тесно связан с появлением новых требований, по этой причине данный метод оценки стоит проводить на первых этапах анализа. Метод вероятностного анализа дерева рисков включает анализ не только рисков связанных со сбором требований, но и риски стоимости реализации, риски планирования, риски качества и так называемые бизнес риски - этот метод будет являться вторым этапом анализа рисков системы. Завершающим методом анализа рисков был выбран - SWOT-анализ. С помощью данного метода можно оценить все риски, которые были рассмотрены ранее при анализе, а также выделить сильные и слабые стороны проекта, дать быструю оценку состоянию системы. Цепочка добавленного качества "Минимизации рисков системы управления цифровыми документами" представлена на рисунке 1.

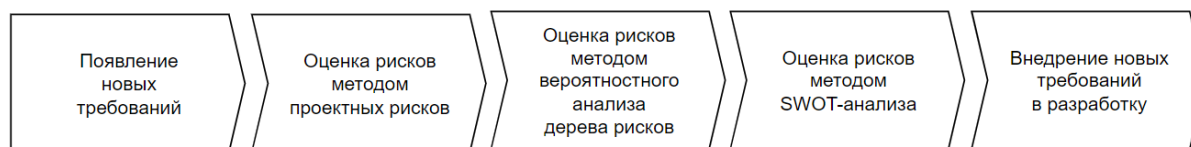


Рис. 1. Цепочка добавленного качества "Минимизации рисков системы управления цифровыми документами"

Предполагается что после применения пошагово каждого рассмотренного метода в процессе анализа мы можем проанализировать риски и минимизировать вероятность их возникновения, путем пересмотра полученных требований, последующего принятия архитектурного решения для полученных требований и дальнейшей реализации нового функционала системы.

### Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь - Режим доступа: Из <https://docs.cntd.ru/document/1200124393>
2. Хлызова В.Г., "Система оценки полезной эффективности информационной системы управления цифровыми документами": Дни науки студентов владимирского государственного университета имени александра григорьевича и николая григорьевича столетовых. Сборник материалов научно-практических конференций 2022 г. - Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/6Zcz/ps54MZXmC>
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25045-2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модуль оценки восстанавливаемости - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200121070>
4. Пырлина И.В. Классификация операционных рисков при сервисно--ориентированном подходе к созданию информационной системы // Бизнес--Информатика. - 2011. - №4(18). - с.54-62.
5. Luqi, Noguera L.J. A Risk Assessment Model for Evolutionary Software Projects [Электронный ресурс] // IEEE. - 2005. - Режим доступа: <http://www.disi.unige.it/person/ReggioG/PROCEEDINGS/luqi.pdf>
6. Пырлина И. В., Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук "Риски и выбор оптимальных проектов: Сервис-Ориентированная Архитектура Информационных Систем" - Режим доступа: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01007515233.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01007515233.pdf)

Щаников С.А., Борданов И.А., Антонов А.М., Данилин С.Н.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: seach@inbox.ru

### **Применение мемристивных устройств для создания нейроморфных систем машинного зрения**

Мемристивные устройства открывают возможности для создания нейроморфных систем, в которых выполнение операций матрично-векторного умножения выполняется в аналоговом виде на основе законов Ома и Кирхгофа [1]. Для обеспечения совместимости с современной IT-инфраструктурой, системы на базе мемристивных устройств должны иметь интерфейсы, позволяющие получать входные данные и возвращать результат в цифровой форме. Это приводит к тому, что операции цифро-аналоговых (ЦАП) и аналогово-цифровых преобразований (АЦП) становятся «узким местом» архитектур вычислительных систем на базе мемристоров, по аналогии с «узким местом архитектуры Джона фон Неймана», что снижает потенциальные преимущества их применения для решения конкретных практических задач перед существующими вычислителями.

Для решения данной проблемы применительно к системам компьютерного зрения авторами предложена концепция [2], в которой фотосенсоры предлагается напрямую связать с входами формальных или спайковых искусственных нейронных сетей (ИНС) на базе массивов мемристивных устройств (ИНСМ). В работе [3] продемонстрировано, что соединение фотодиода с мемристором в одну цепь и включение цепи в режиме обратного смещения позволяет фиксировать визуальную информацию, преобразуя интенсивность света в проводимость. Такие цепи можно использовать как источники визуальной информации для ИНСМ прямого распространения и сверточных ИНСМ. Кроме того, в работе [3] продемонстрировано, что из цепи «фотодиод-мемристор» можно сделать пресинаптический нейрон для спайковой ИНСМ. По сравнению с цифровыми системами машинного зрения такой подход позволит значительно снизить потребление энергии и создавать носимую и бортовую электронику с уникальными тактико-техническими характеристиками.

В докладе представлены результаты анализа современного состояния в рассматриваемой научной области, а также результаты собственных исследований авторов. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №21-71-00136).

### **Литература**

1. Amirsoleimani A. et al. In-Memory Vector-Matrix Multiplication in Monolithic Complementary Metal–Oxide–Semiconductor-Memristor Integrated Circuits: Design Choices, Challenges, and Perspectives //Advanced Intelligent Systems. – 2020. – Т. 2. – №. 11. – С. 2000115.
2. Makarov V. A. et al. Towards reflective spiking neural networks exploiting memristive devices //Frontiers in Computational Neuroscience. – 2022. – С. 62.
3. Shchanikov S., Bordanov I. The Concept of Neuromorphic Vision Systems based on Memristive Devices //2022 6th Scientific School Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – IEEE, 2022. – С. 256-259.

Щаников С.А., Королев Л.Я., Данилин С.Н.  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: seach@inbox.ru

### **Исследование и моделирование синаптической пластичности мемристивных устройств при подаче спайковых сигналов**

Теория искусственных нейронных сетей (ИНС) на протяжении всей истории ее развития вдохновлялась результатами исследований принципов функционирования биологических нейронных сетей (БНС) [1]. Информация внутри БНС передается по сети нейронов, которые обладают некоторым потенциалом активации [2]. Сигнал, называемый спайк (от англ. “spike” – шип), передается от одного нейрона к другому с помощью аксона и характеризуется частотой, длительностью и амплитудой. Контакты между нейронами образуются в строго определенных точках, называемых синапсами. В настоящее время считается [2], что феномены памяти и обучения у живых организмов возникают за счет механизмов синаптической пластичности, заключающейся в возможности изменения силы синапса и соответственно изменении параметров передаваемых сигналов. Существование синаптической пластичности приводит к тому, что нервная система может самостоятельно настраивать отдельные группы нейронов на выполнение различных функций.

Мемристивные устройства способны изменять свое сопротивление под действием электрического поля и протекавшего через него заряда, а также сохранять его длительное время [3]. Изменение сопротивления происходит в границах минимально и максимально возможных сопротивлений, называемых СНС (состояние низкого сопротивления) и СВС (состояние высокого сопротивления). Кривая, описывающая характеристику перехода мемристивного устройства из одного состояния в другое под воздействием импульсов напряжения с разной формой, амплитудой и частотой, по своему виду схожа с экспериментальными измерениями синаптической пластичности в БНС [4]. Поэтому мемристивные устройства являются наиболее биоподобными искусственными аналогами синапсов нейронов живых систем и в перспективе позволят реализовать нейроморфные архитектуры нейронных сетей.

В докладе приведен обзор и анализ современных результатов в области исследования и моделирования синаптической пластичности мемристивных устройств при подаче спайковых сигналов. Авторами разработаны собственные компьютерные модели синаптической пластичности мемристивных устройств, которые можно использовать в процессе проведения численных экспериментов, а также для создания моделей спайковых нейронных сетей. Разработанные программные средства являются частью программного комплекса «МемриСим» для имитационного моделирования ИНС на базе мемристоров.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-5411.2021.5.

### **Литература**

1. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории / А.И. Галушкин. Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. 496 с.
2. От нейрона к мозгу / Пер. с англ. П. М. Балабана, А.В.Галкина, Р. А. Гиниатуллина, Р.Н.Хазипова, Л.С.Хируга. — М.: Едиториал УРСС, 2003 – 672 с.
3. Chua L.O. // IEEE Trans. Circuit Theory. 1971. V. 18. № 5. P. 507.
4. Surazhevsky I. A. et al. Noise-assisted persistence and recovery of memory state in a memristive spiking neuromorphic network //Chaos, solitons & fractals. – 2021. – Т. 146. – С. 110890.
5. Борданов И. А., Данилин С. Н., Щаников С. А. Программный комплекс «МемриСим» для имитационного моделирования искусственных нейронных сетей на базе мемристоров // Информационные системы и технологии ИСТ-2021, 2021. С. 77-84.