

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ковровская государственная технологическая академия  
имени В.А. Дегтярева»

## **Технологическая, экономическая, экологическая безопасность в современном обществе**

Материалы Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции, посвященной 25-летию кафедры безопасности жизнедеятельности, экологии и химии



Ковров 2025

УДК 502, 504, 331, 621  
Т 38

**Технологическая, экономическая, экологическая безопасность в современном обществе:** материалы Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции, посвященной 25-летию кафедры БЖД, экологии и химии. – Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2025. – 280с.– Текст: непосредственный.

Сборник содержит материалы Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции, посвященной 25-летию кафедры БЖД, экологии и химии, проведенной в ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева» 13 декабря 2024 года.

Предназначается широкому кругу специалистов в области техносферной безопасности, а также сотрудникам, аспирантам, магистрантам и студентам технических вузов.

*Редколлегия:*

Смышников Р.В. – председатель, канд. техн. наук;

Грачева И.В. – канд. геогр. наук, доцент;

Кокорин А.М. – канд. биол. наук, доцент;

Симаков А.Л. – д-р техн. наук, профессор;

Трифонов К.И. – д-р хим. наук, профессор.

ISBN 978-5-86151-744-7

© ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева», 2025

## **О КАФЕДРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭКОЛОГИИ И ХИМИИ**

*Кокорин А.М., канд. биол. наук, зав. кафедрой БЖД, Э и Х  
Грачева И.В., канд. геогр. наук, декан МТФ*

Кафедра безопасности жизнедеятельности (БЖД) образована в 1999 году на базе секции химии кафедры физики, как выпускающая кафедра нового образовательного направления «Безопасность жизнедеятельности».

Идея открытия новой специальности высшего профессионального образования в Ковровской государственной технологической академии принадлежала доктору химических наук, профессору Игорю Ивановичу Трифонову, ректору КГТА с 1996 по 2006 годы.

Первым заведующим кафедрой БЖД стал доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Константин Иванович Трифонов, возглавлявший кафедру с 1999 по 2014 годы. В 2005 году с целью расширения сфер своей деятельности кафедра изменила свое название и теперь называется кафедрой безопасности жизнедеятельности, экологии и химии.

Профессорско-преподавательский состав кафедры формировался в несколько этапов. Первыми на кафедре стали работать преподаватели и сотрудники секции химии – специалисты в области химии и экологии: профессора – Игорь Иванович и Константин Иванович Трифоновы; доценты – Кузьмина Валентина Ивановна, Зайцев Александр Леонидович, Вахромеев Илья Викторович; ассистенты – Шварева Ирина Станиславовна, Волков Игорь Борисович. С началом обучения в 2000 г. по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» на кафедру пришли работать преподаватели, которые стали разрабатывать новые дисциплины по специальности: в области БЖД – Тарасова Валентина Михайловна, Федченко Евгений Сергеевич, Жигарев Виталий Сергеевич, Ларионов Александр Сергеевич, Коварский Илья Игоревич; в области экологии и биологии – Грачева Ирина Владимировна, Кокорин Алексей Михайлович, Швецова Наталья Павловна, Петруняк Наталия Ивановна; в области химии – Самылина Екатерина Викторовна, Толмачева Елена Владимировна, Кузнецова Анна Владимировна, Кучин Павел Павлович - выпускники Московского государственного университета, Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербургского государственного техническо-

го университета, Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, Уральского государственного технического университета, Ивановского государственного университета, Ивановского государственного химико-технологического университета и других вузов страны.

Для преподавания профильных дисциплин, ведения учебных и производственных практик, работы в Государственной экзаменационной комиссии кафедра всегда приглашала и приглашает высококвалифицированных специалистов в области промышленной безопасности и охраны труда из организаций и предприятий города. Это Кузнецов Борис Владимирович, Калинин Владимир Александрович, Пысин Владимир Аркадьевич, Смирнова Галина Вячеславовна, Рожков Владимир Федорович, Евсюнин Александр Александрович, Иванов Геннадий Петрович, Архипов Михаил Михайлович.

Сложный и многопрофильный учебный процесс помогали и помогают обеспечивать высококвалифицированные специалисты: заведующие лабораториями – Овчинникова Анета Петровна, Скрыкова Ирина Юрьевна, инженеры – Любина Валентина Львовна, Пшеннова Вера Ивановна, Швецов Вадим Алексеевич, Никитина Светлана Викторовна.

С 2004 года появились первые выпускники кафедры, что позволило готовить собственные преподавательские кадры. Преподавателями на кафедре в разные годы работали и работают Матвеева Г.С., Курцын М.Н., Нестерова Т.С., Разуваева А.М.; инженерами и аспирантами – Александров И.А., Заботин И.Ф., Пастухова Л.А., Бирюков И.С., Балтачева А.А. С 2011 г. на кафедре началась подготовка бакалавров по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность.

В период с 2014 по 2017 год кафедрой руководила Самылина Екатерина Викторовна, кандидат химических наук, доцент, работала на кафедре со дня её основания, защитила диссертацию под руководством доктора химических наук, ректора академии И.И. Трифонова.

В период с 2017 по 2019 год заведующей кафедрой являлась канд. геогр. наук Ирина Владимировна Грачева, в настоящее время она является деканом механико-технологического факультета, в состав которого входит кафедра.

С 2020 года и по настоящее время кафедрой возглавляет кандидат биологических наук, доцент Кокорин Алексей Михайлович. В этот период произошло слияние кафедры с кафедрой физического

воспитания. Сегодня профессорско-преподавательский состав кафедры насчитывает 11 преподавателей: К.И. Трифонов – доктор химических наук, профессор, И.В. Грачева – кандидат географических наук, А.М. Кокорин – кандидат биологических наук, доцент, А.С. Ларионов – кандидат технических наук, И.С. Шварева – кандидат химических наук, доцент, С.И. Гончаренко – доцент, мастер спорта международного класса, Е.В. Еремкина, Н.Н. Королева, Н.Д. Путинцева, А.А. Холмин – старшие преподаватели, А.М. Разуваева – ассистент.

Основным объектом научных исследований научно - педагогического коллектива кафедры и студентов являются технологические процессы современного производства в разрезе воздействия на условия жизнедеятельности и труда работников предприятий, на здоровье населения и на состояние окружающей среды. В ходе реализации научно-исследовательских работ, включающих полевые, лабораторные, аналитические исследования, оцениваются уровни профессиональных рисков работников, экологическое состояние компонентов окружающей среды, предлагаются мероприятия по улучшению условий труда и минимизации (предотвращению) экологического ущерба окружающей среде и здоровью населения. Новым направлением в научных исследованиях объединённой кафедры стало изучение стремления молодого поколения, как активной части общества, к здоровому образу жизни и последующее определение их функционального состояния.

Быстро развивающиеся технологии в создании и использовании новых технических средств, например, таких как беспилотные автоматизированные системы и робототехнические комплексы, а также информационные технологии создают новые вызовы в обеспечении техносферной безопасности. Взаимодействие с учёными многих ВУЗов России и представителями предприятий региона, позволит, по-нашему мнению, найти интересные решения в поддержке безопасности производственной, социальной и окружающей среды для современного человека.

Преподаватели кафедры активно участвуют в формировании и развитии курсов дополнительной профессиональной переподготовки для слушателей по направлению «Техносферная безопасность» и разнообразных междисциплинарных курсов для учащихся школ и средних образовательных учреждений, используя, в том числе, дистанционные образовательные технологии.

Кафедра продолжает подготовку бакалавров по востребованному на современном рынке труда направлению. Выпускники кафедры получают достойное образование, работают сотрудниками служб производственной безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды на предприятиях и в организациях Москвы, Нижнего Новгорода, Санкт-Петербурга, Владимира, Коврова и др. городов России.

**СЕКЦИЯ 1. ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН, БЕСПИЛОТНЫХ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ, РОБОТОТЕХНИЧЕ-  
СКИХ КОМПЛЕКСОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

УДК 621.865.8

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

*Антошина Е.А., старший преподаватель,*

*Гусев Д.С., студент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация:* В статье рассматриваются основные методы повышения надежности систем управления робототехническими комплексами и их особенности.

*Ключевые слова:* надежность, резервирование, система управления, интенсивность отказов.

Перспективным направлением развития современных систем управления (СУ) является резкое расширение их функциональных задач. Это объясняется возрастающей сложностью автоматических комплексов в промышленности, на транспорте и особенно в автономных подвижных безэкипажных робототехнических комплексах (РТК). Современные СУ содержат сотни тысяч элементов. Надежность элементов определяет надежность СУ в целом. Чем больше

элементов, тем сложнее обеспечить высокий уровень надежности. Кроме того, надежность снижают жесткие условия эксплуатации, температурные воздействия, механические перегрузки. Отказы и низкая надежность сложных СУ приводит к росту затрат на поддержание систем в работоспособном состоянии, превышающих даже их стоимость. Отказ СУ сложных подвижных РТК может иметь аварийные последствия и создать чрезвычайную ситуацию, связанную с гибелью людей и живой природы[1]. Вот почему надежность СУ стала одной из основных технических характеристик наряду с основными параметрами СУ, такими как быстродействие, емкость памяти, производительность, динамические и точностные характеристики и т.п.

Дальнейшее развитие техники, расширение областей использования автоматизированных робототехнических систем от производственно-технологических до подвижных (мобильных) безэкипажных комплексов, обостряет проблему обеспечения высокой надежности СУ и актуальность изучения надежности резко повышается.

Низкая надёжность сложных систем приводит к резкому снижению эффективности их применения. Проектирование и изготовление высоконадёжных систем требует дополнительных затрат (дорогостоящие элементы, специальные технологии, увеличение времени проектирования и обработки опытных образцов и др.). Однако затраты на поддержание надёжности таких систем при эксплуатации меньше.

Обеспечение требуемой надёжности сложных систем затруднено, прежде всего, из-за значительного количества их составных частей и элементов. Это обуславливает использование различных методов повышения надёжности и выбор наиболее эффективных, исходя из конкретного назначения систем, их условий эксплуатации и режимов использования.

Основными методами повышения надёжности являются:

- уменьшение интенсивности отказов элементов и системы в целом;
- сокращение времени непрерывной работы и восстановления;
- резервирование.

Методы повышения надёжности классифицируют также по этапам жизненного цикла систем: методы, применяемые при проектировании, при изготовлении и при эксплуатации. К наиболее эффективным методам повышения надёжности на этапе проектирования относятся:

- упрощение структуры и схемно-конструкторских решений проектируемой системы;
- выбор наиболее надёжных элементов;
- облегчение режимов работы элементов (электрических, тепловых, механических и др.);
- оптимизация схем с целью ограничения тяжести последствий отказов и уменьшения времени восстановления;
- встроенный контроль и диагностирование;
- стандартизация и унификация составных частей;
- резервирование.

На этапе изготовления основными методами обеспечения надёжности являются:

- тренировка элементов, узлов и систем в целом;
- совершенствование технологии и автоматизация производства;
- глубина и достоверность контроля качества изготовления.

На этапе эксплуатации возможности повышения надёжности ограничены, и главная задача состоит в сохранении надёжности системы, в экономном расходовании надёжности заложенной на этапах проектирования и изготовления. Поэтому главными методами обеспечения надёжности на этапе эксплуатации являются:

- диагностирование и профилактика с целью предупреждения отказов;
- сокращение времени непрерывной работы и восстановления.

Сложности современных систем обуславливают трудности обеспечения высокой надёжности в первую очередь из-за значительного количества используемых элементов.

Так при одинаковой надёжности элементов ( $P_i=0,995$ ), вероятность безотказной работы системы из 100 элементов  $P_c=0,6$  увеличивается по мере сокращения числа элементов: при  $N=20$  уже  $P_c=0,92$  и далее при  $N=10$  достигает  $P_c=0,94$ .

Однако упрощение схем и сокращение числа элементов имеет резкое ограничение ввиду необходимости обеспечения характеристик системы, заданных ТЗ (объем выполняемых функциональных задач, точность, динамические характеристики и др.).

Поэтому актуальной становится задача уменьшения интенсивности отказов системы за счет выбора более надежных элементов и облегчения режимов их работы.

При уменьшении интенсивности отказов системы в  $K$  раз выигрыш надежности по основным показателям надежности определяется следующими формулами:

$$\sigma_Q(t) = \frac{1 - e^{-\frac{\lambda_c t}{k}}}{1 - e^{-\lambda_c t}}, \quad \sigma_T = K, \quad \sigma_\lambda = \frac{1}{K}, \quad K = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \quad (1)$$

При малых значениях  $\lambda_c t$  выигрыш надежности по вероятности отказов примерно равен  $1/K$ , затем он растет и при больших  $\lambda_c t$  приближается к единице.

Метод уменьшения интенсивности отказов в ряде случаев более предпочтителен и особенно для систем длительного использования. Например, выигрыш надежности по средней наработке на отказ превосходит результаты, получаемые при резервировании.

Сокращение времени непрерывной работы не повышает надежность, как свойство системы, заложенное при проектировании и изготовлении, а лишь позволяет экономить расходование надежности в процессе эксплуатации. Если для решения задачи системой требуется ограниченное время  $t$ , то целесообразно её выключить на период  $(t_2 - t_1)$  до возникновения необходимости её последующего использования в момент времени  $t_2$ , где  $t_1$  – время прекращения предыдущего использования [2].

При экспоненциальном законе надежности получим выигрыш надежности по вероятности отказов  $\sigma_Q(t)$  при использовании аппаратуры на ограниченном отрезке времени  $t_1$ , вместо поддержания её во включенном состоянии до момента времени  $t_2$ .

$$\sigma_Q(t) = \frac{1 - e^{-\frac{\lambda_c t}{k}}}{1 - e^{-\lambda_c t}}, \quad \text{где } K = t_2/t_1 \quad (2)$$

Следует иметь в виду, что данный эффект 2,3 проявляется только при  $t_2 > t_1$ , так как частое выключение-включение системы приводит к цикличности её работы и снижению надёжности из-за влияния переходных процессов на режим работы элементов.

Уменьшение времени восстановления улучшает коэффициенты надёжности – коэффициент готовности, коэффициент простоя и коэффициент профилактики.

Уменьшение количества отказов и требуемого на восстановление времени повышает эффективность системы и её готовность к использованию в любой момент времени.

Анализ методов резервирования позволяет сформулировать следующие основные свойства резервирования, как метода повышения надёжности систем:

- резервирование позволяет из малонадёжных элементов проектировать надёжные системы; однако, повышение надёжности систем резервированием приводит, как правило, к удорожанию, ухудшению габаритно-весовых характеристик, увеличению контрольно-диагностических и профилактических мероприятий в процессе эксплуатации;

- резервирование тем эффективнее, чем меньше время непрерывной работы и чем более надёжная система резервируется;

- выигрыш надёжности по вероятности отказов  $\sigma_Q(t)$  всегда начинается с нуля и асимптотически стремится к единице. Однако для нескользящего резервирования с дробной кратностью вероятность отказа резервированной системы может быть хуже, чем у основной после достижения наработки определенной величины.

- выигрыш надёжности по средней наработке до отказа  $\sigma_T$  возрастает с ростом кратности резервирования. Однако характер роста в значительной мере зависит от способа резервирования (рис.1); скорость роста убывает с ростом кратности.

Средняя наработка до отказа при резервировании с дробной кратностью и нескользящем резерве при определенной кратности может быть меньше, чем не резервированной системы (график 5) когда число резервных систем меньше числа основных.

В реальных системах при методе замещения необходимо использование переключателей и учет их надёжности резко

ухудшает надежность резервированных систем, представленную графиками 3 и 4.

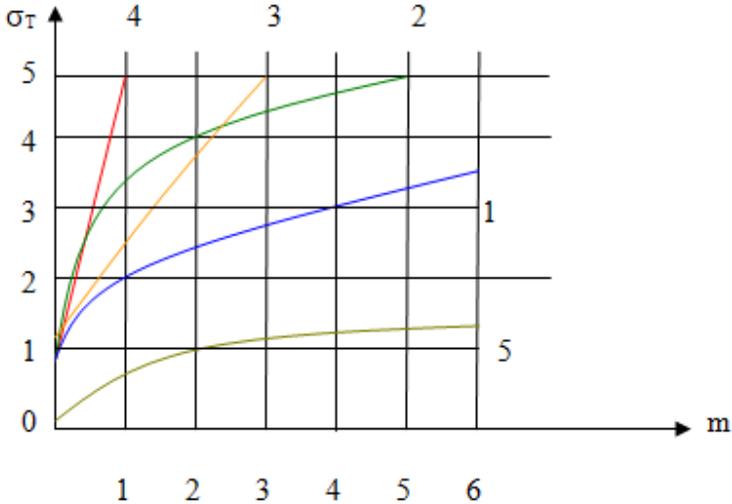


Рис. 1. Выигрыш надежности по средней наработке на отказ для различных способов резервирования : 1 - общее постоянное, 2 - раздельное постоянное, 3 - общее замещением, 4 - раздельное замещением, 5 - с дробной кратностью

—особенностью сложных автоматических систем разового применения (невосстанавливаемых) является достаточно длительное время их нахождения в режиме хранения. При этом и для резервированных систем выход из строя в режиме хранения хотя бы одного элемента следует считать отказом. Так как число элементов резервированной системы всегда больше числа элементов основной системы, то вероятность безотказной работы резервированной системы  $P_{pc}(t)$  будет меньше вероятности безотказной работы основной системы  $P_{oc}(t)$ .

Это приводит к необходимости увеличения в  $m$  раз количественного состава ЗИП при хранении резервированных систем.

В целом, чем сложнее система, тем меньший выигрыш дает резервирование по сравнению с уменьшением интенсивности отказов и сокращению времени её работы.

### Список литературы

1. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5.

2. Тетеревков, И. В. Надежность систем автоматизации : учебное пособие / И. В. Тетеревков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-9729-0308.

УДК 004.932.2

### **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

*Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Статья посвящена обзору методов определения координат геометрического центра области интереса на изображении. Данная задача актуальна в системах технического зрения беспилотных автоматизированных систем. Областью интереса может являться распознаваемое препятствие на маршруте. Дана характеристика и выполнен сравнительный анализ следующих методов вычисления координат объектов на изображении: моментов изображения, ограничивающего прямоугольника, вычисления центра по пикселям. Представлены результаты обработки изображений перечисленными методами.

*Ключевые слова:* геометрический центр, координаты объекта, момент изображения, область интереса, обработка изображений, ограничивающий прямоугольник, техническое зрение, центр по пикселям.

## Введение

Для надежного и безопасного передвижения беспилотного автоматизированного средства необходимо решить задачу обнаружения препятствий на маршруте [1] и вычислить их координаты. Задача нахождения объектов на изображении и определение их координат в системе координат пикселей – это важная задача в области компьютерного зрения и обработки изображений. Координаты помогают определить положение объекта и скорректировать алгоритм управления движением беспилотного автоматизированного средства. Поиск объектов и вычисление их координат можно осуществлять различными способами, начиная от классических методов обработки изображений и заканчивая современными нейронными сетями. Выбор метода зависит от конкретной задачи, доступных данных и требований к точности и скорости. Вычислению координат объектов на изображении в рассматриваемом примере предшествует процедура сегментации [2].

К основным методам нахождения геометрического центра объекта на изображении относят: 1) Алгоритм моментов изображения (Image Moments) [3]; 2) Алгоритм ограничивающего прямоугольника (Bounding Box) [4]; 3) Алгоритм вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions) [5]. Ниже приведен обзор основных методов определения координат объектов на изображениях.

### **Метод моментов изображения (Image Moments)**

Момент изображения – это суммарная характеристика области интереса, представляющая собой сумму всех её точек. Использование моментов изображения является наиболее распространённым и эффективным методом нахождения геометрического центра объекта (сегмента или области интереса). Моменты помогают вычислить геометрические центры тяжести объектов и позволяют описать их форму [6]. Моменты представляют собой статистические величины, которые могут использоваться для описания различных характеристик фигуры. В данном случае нас интересуют следующие моменты:

$m_{00}$  – момент нулевого порядка – это количество всех точек, составляющих область интереса на изображении (площадь объекта).

$m_{10}$ ,  $m_{01}$  – моменты первого порядка, которые используются для вычисления координат центра тяжести ( $m_{10}$  – сумма x- координат точек,  $m_{01}$  – сумма y-координат точек).

Формулы для вычисления координат геометрического центра объекта (центра тяжести):

$$c_x = \frac{m_{10}}{m_{00}} \text{ и } c_y = \frac{m_{01}}{m_{00}}. \quad (1)$$

Преимуществами метода моментов изображения является высокая точность и универсальность. Метод учитывает каждый пиксель объекта и даёт точный геометрический центр тяжести, даже если форма объекта сложная или неоднородная. Метод работает для объектов любой формы, даже если они имеют разрывы или несимметричные контуры. Моменты используются не только для нахождения центра, но и для других характеристик объекта (ориентации, инерции и т.д.), что может быть полезно в более сложных задачах. Недостатками метода моментов изображения является невысокая скорость вычислений и чувствительность к шуму. Моментам требуется вычисление на основе всех пикселей объекта, что может быть менее эффективно для очень больших или сложных изображений. Моменты могут быть чувствительными к небольшим фрагментам шума на изображении, так как такие участки также могут влиять на центр тяжести. Метод моментов изображения можно порекомендовать к использованию, когда важна точность центра для сложных объектов, а также в ситуациях, когда объект имеет нерегулярные формы, и требуется учитывать все пиксели объекта для анализа.

#### **Метод ограничивающего прямоугольника (Bounding Box)**

Другой метод нахождения центра объекта – это нахождение средних координат ограничивающего прямоугольника (Bounding Box). После того как ограничивающий прямоугольник объекта был найден, его центр можно вычислить как среднее значение по X и Y координатам. Этот метод проще, но может быть менее точным для сложных форм объектов, так как опирается на границы объекта, а не на его форму. Формулы для вычисления координат центра области, ограниченной прямоугольником:

$$c_x = x + \frac{w}{2} \quad \text{и} \quad c_y = y + \frac{h}{2}, \quad (2)$$

где  $c_x$  – координата X центра,  $c_y$  – координата Y центра;  $x, y$  — координаты верхнего левого угла прямоугольника;  $w, h$  — размеры (ширина, высота) прямоугольника. Преимуществами метода ограничивающего прямоугольника являются простота реализации, высокая скорость и малая ресурсоемкость. Этот метод очень быстрый и эффективный, так как требует только нахождения границ объекта и вычисления среднего значения координат. Потребляет мало вычислительных ресурсов и легко реализуем. Недостатком метода являются невысокая точность определения координат центра объекта. Центр тяжести ограничивающего прямоугольника не всегда совпадает с реальным центром объекта, особенно для сложных или несимметричных форм. Этот метод даёт приближённый центр. А также метод не подходит для сложных форм объектов. Пригоден для простых объектов, но для вытянутых или многосоставных форм центр может быть смещён из-за того, что учитываются только границы объекта. Метод ограничивающего прямоугольника можно порекомендовать в ситуациях, когда нужно быстро определить центр объектов с простой формой, для предварительного анализа или задач, где высокая точность центра не является критичной.

### **Метод вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions)**

В данном методе центр можно вычислить как среднее положение всех пикселей, принадлежащих объекту. Этот метод полезен, если объект не слишком сложен, и можно просто посчитать все его пиксели. Метод вычисления центра по пикселям применим для простых бинарных объектов, когда важно учитывать каждый пиксель области. Преимуществом метода вычисления центра по пикселям является его простота. Метод основан на простом нахождении среднего значения координат всех пикселей, принадлежащих объекту. К недостаткам метода следует отнести: невысокую скорость обработки для больших объектов и чувствительность к шуму. Этот метод может быть медленным для больших изображений или объектов с большим количеством пикселей. Как и моменты, этот метод

чувствителен к шуму, так как каждый пиксель оказывает влияние на результат. Метод вычисления центра по пикселям можно рекомендовать к использованию для анализа простых бинарных изображений, где каждый пиксель имеет одинаковую важность, и объект достаточно однообразный, а также для задач, где каждый пиксель объекта нужно учитывать, например, для анализа плотности пикселей

### Сравнительный анализ методов определения координат объектов на изображении

Для проведения сравнительного анализа методов определения координат препятствий было отобрано тестовое изображение с маршрута беспилотного транспортного средства (рис. 1).

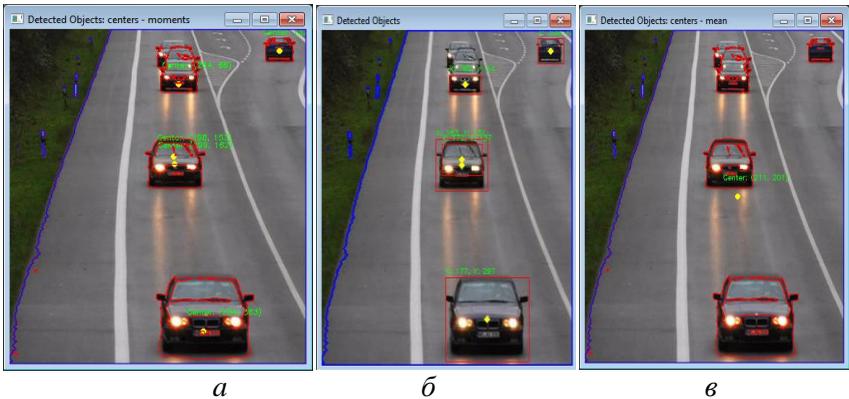


Рис. 1. Результаты работы методов определения координат областей интереса на изображении: а – метод моментов изображения (Image Moments); б – метод ограничивающего прямоугольника (Bounding Box); в – метод вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions)

Алгоритмы вычисления координат объектов на изображении были реализованы на языке программирования Python в редакторе кода VisualStudioCode. В проекте использованы следующие библиотеки и функции. Для вычисления геометрических моментов изображения была использована функция `cv2.moments()` библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Для реализации метода ограничивающего прямоугольника в библиотеке компьютерного зрения OpenCV есть функция `cv2.boundingRect()`. Эта функция использу-

ется для отрисовки приблизительного прямоугольника, минимально ограничивающего контур (аппроксимация области прямоугольником). Прямоугольник полностью охватывает контур. Функция принимает контур и возвращает координаты прямоугольника, который ограничивает этот контур. Для осуществления метода вычисления центра по пикселям потребуется библиотека Numpy для обработки массивов данных. Ключевая функция для реализации метода – `np.where()`. Данная функция находит все пиксели, соответствующие объекту (например, пиксели со значением больше 0). После этого вычисляется среднее положение всех этих пикселей – функция `np.mean()`.

Результаты сравнения работы методов определения координат областей интереса на изображении с маршрута беспилотного наземного средства в задаче обнаружения препятствий (других автомобилей на дороге) представлены на рисунке 1.

Таблица 1

Результаты вычисления координат областей  
интереса на изображении

Метод моментов изображения (Image Moments) ( $x_i; y_i$ )	Метод ограничивающего прямоугольника (Bounding Box) ( $x_i; y_i$ )	Метод вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions) ( $x_{cp}; y_{cp}$ )
(234; 363)	(236; 347)	(211; 201)
(199; 162)	(200; 162)	
(198; 153)	(200; 155)	
(204; 66)	(205; 65)	
(326; 26)	(327; 25)	

Результаты вычисления координат областей интереса на изображении в задаче обнаружения препятствий наземными беспилотными средствами показаны в Таблице 1. Результаты сравнения методов определения координат областей интереса на изображении и рекомендации по их использованию приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ методов определения координат области интереса на изображении

Метод	Преимущества	Недостатки	Рекомендации по использованию
Метод моментов изображения (Image Moments)	-Высокая точность; -Подходит для любых форм; -Учитывает каждый пиксель	- Может быть медленным для больших объектов - Чувствителен к шуму	Для сложных и нерегулярных объектов, требующих высокой точности
Метод ограничивающего прямоугольника (Bounding Box)	-Быстрый и простой - Мало ресурсоёмкий	- Менее точен для сложных форм -Центр может быть смещён	Для простых объектов, когда важна скорость
Метод вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions)	-Учитывает каждый пиксель -Прост в реализации	-Медленный для больших изображений -Чувствителен к шуму	Для однообразных объектов и небольших изображений

### Заключение

В статье представлен сравнительный анализ методов определения координат объектов на изображении для технического зрения беспилотных автоматизированных систем. Метод моментов изображения (Image Moments) предоставляет наиболее точное определение геометрического центра, особенно для сложных объектов с нерегулярной формой. Он подходит для задач, где необходимо точное расположение центра тяжести объекта, но может быть медленным и требовательным к вычислительным ресурсам. Метод ограничивающего прямоугольника (Bounding Box) — это быстрый и простой метод, который даёт приблизительный центр. Он удобен для предварительного анализа или объектов с простой геометрией,

но может давать не точные результаты для вытянутых или нестандартных форм. Метод вычисления центра по пикселям (Centroid of Pixel Positions) — хорош для простых объектов, где каждый пиксель имеет одинаковую значимость. Этот метод эффективен для небольших изображений или однотипных объектов, но становится медленным для больших объектов. Выбор метода зависит от сложности формы объекта, требований к точности и скорости обработки. Если точность важнее — лучше использовать моменты изображения, если важна скорость — подходящим выбором может быть метод ограничивающего прямоугольника.

### Список литературы

1. Егорчев, А.А. Вопросы построения беспилотной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Егорчев, Д.Е. Чикрин, В.С. Гуськов. – Казань: Издательство Казанского университета, 2022. – 119 с. – URL:<https://kpfu.ru/portal/docs/F1262127897/Voprosy.postroeniya.bespilotnoj.tekhniki.pdf>.
2. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 763 с. - ISBN 978-5-00101-696-0.
3. Fluster, J. Moments and moment invariants in pattern recognition / J. Flusser. T. Suk, B. Zitova. - Chichester. UK: John Wiley & Sons. Ltd., 2009. - 312 p. - ISBN: 978-0-470-69987-4.
4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. // 3-е изд. М.: Техносфера, 2012. – 1104 с. – ISBN 978-5-94836-331-8.
5. Habib, A. Automated detection, localization, and identification of signalized targets and their impact on digital camera calibration./ A. Habib, Z. Lari, E. Kwak, K. Al-Durgham // Revista Brasileira de Cartografia, 65, 2013. – pp.785–803.
6. Хорн Б. К. П. Зрение роботов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.– 487 с., ил. – ISBN 5-03-000570-6.

004.932.2

## **ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА БАЗЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАСКАДНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ**

*Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

Аннотация: В статье рассмотрены каскадные классификаторы на основе признаков Хаара, которые являются эффективным способом обнаружения объектов на изображении или видео. Это метод технического зрения, в основе которого лежит машинное обучение. В качестве примера использования технологии рассмотрен подход к детектированию препятствий на маршруте беспилотного автоматизированного средства.

*Ключевые слова:* каскадный классификатор, машинное обучение, обработка изображений, признаки Хаара, техническое зрение, транспортное средство.

### **Введение**

В настоящее время активно исследуются методы технического зрения, которые могут быть успешно применены в беспилотных автомобилях, чтобы обеспечить безопасность передвижения. Обнаружение препятствий на маршруте является одной из задач технического зрения. Управление движением беспилотного автоматизированного средства невозможно осуществить без информации об окружающей обстановке. Эти данные могут быть получены с помощью сенсорных систем, среди которых особо следует выделить систему технического зрения [1]. Данная статья посвящена вопросам детектирования объектов средствами технического зрения на основе метода каскадных классификаторов [2]. Объектами распознавания для автоматизированных наземных транспортных средств могут быть автомобили и другие транспортные средства, пешеходы, дорожные знаки, светофоры.

### **Метод каскадных классификаторов**

Метод обнаружения объектов на изображении на основе каскадных классификаторов был предложен Полом Виолой и Майклом Джонсом [3]. Впервые реализован в детекторе лиц, работающем в реальном времени. В основе распознавания были заложены признаки Хаара [2], [4], [5]. На сегодняшний день метод является одним из наиболее востребованных для поиска различных объектов на изображениях во многих областях.

Классификатор (в задачах классификации) – это аппроксимирующая функция, выносящая решение, к какому именно классу принадлежит объект распознавания.

Каскадный алгоритм – это подобие дерева принятия решений, где каждый узел дерева построен таким образом, чтобы детектировать интересующие образы и отклонять регионы, не являющиеся образами.

Каскады Хаара – это классический алгоритм, позволяющий реализовывать поиск и детектирование интересующих объектов на изображении. Задача алгоритма обработки изображения сводится к поиску общих черт некоторого класса объектов на основе контрастов. Черты сходства также называют признаками (англ. features) или примитивами. Примитивы Хаара представляют собой разбивку заданной прямоугольной области на наборы разнотипных прямоугольных подобластей, имеющих всего два уровня (рис. 1). Если признаки соответствуют конкретным областям на изображении, можно считать, что на изображении есть объект распознавания.

В основе метода каскадных классификаторов лежат интегральное представление изображения по признакам Хаара, построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга [2] и способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру. Метод каскадных классификаторов основан на принципе обучения каскадной функции на основе множества изображений. Каскады классификаторов принимают решение о том, был ли распознан объект на изображении или нет. С помощью разницы значений признака и порога, полученных в результате обучения каскада, принимается решение о наличии или отсутствии объекта в скользящем по изображению окне. Под окном в данном случае понимается вре-

менной интервал, содержащий набор значений, которые используются для формирования обучающего примера.

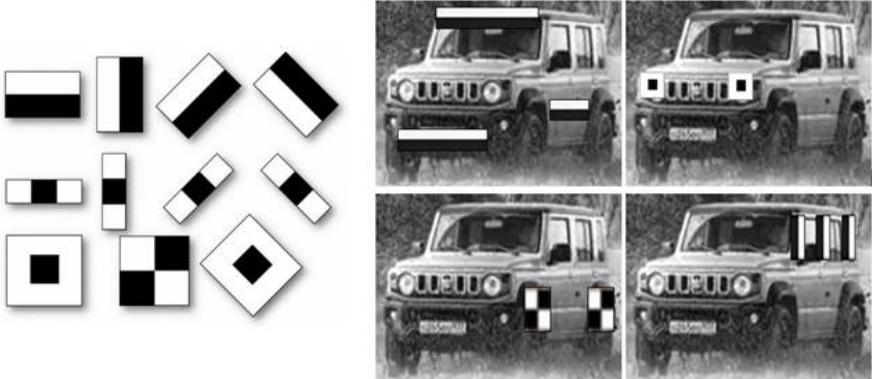


Рис. 1. Признаки Хаара

### Обучение каскада Хаара

Для реализации алгоритма каскадных классификаторов требуется машинное обучение (англ. machine learning). Цель машинного обучения – преобразовать данные в информацию [2]. Данные подвергаются предварительной обработке для выделения признаков. Обучив машину на некотором наборе данных, мы хотим, чтобы она смогла отвечать на вопросы о данных: какие другие данные больше всего похожи на эти? Присутствует ли в изображении автомобиль? Где именно на изображении находится пешеход?

Процедура обучения сводится к перебору примитивов и расчёту значений признака. В основе классификатора лежит алгоритм бустинга (от англ. boost – улучшение, усиление), используемый для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения. В общем случае бустинг – это комплекс методов, используемых для повышения точности аналитических моделей. Идея бустинга была предложена Робертом Шапиром [6].

В исследовании производилось обучение каскадного классификатора для детектирования транспортных средств класса "автомобиль". Для обучения каскада Хаара необходимо подготовить следующую коллекцию файлов изображений (рис. 2):

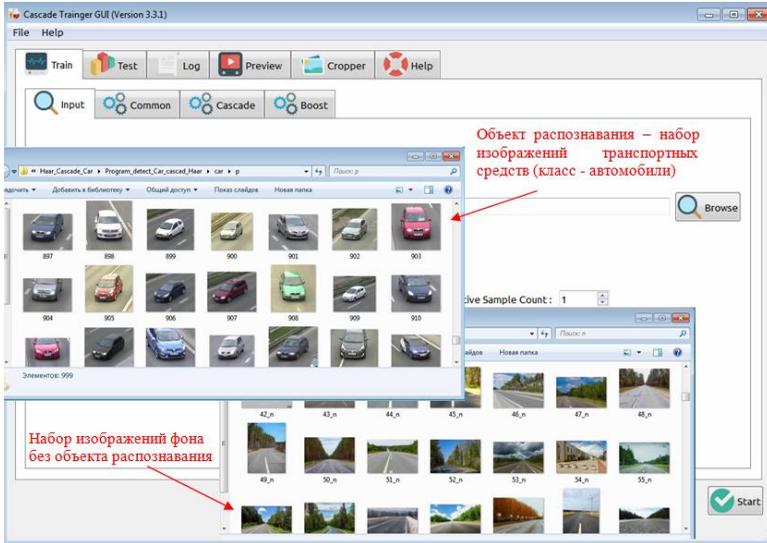


Рис. 2. Наборы изображений (англ. dataset) для обучения каскада Хаара

- Реальные фотографии объекта распознавания (от степени соответствия подборки условиям распознавания объекта будет зависеть качество результатов; на качество распознавания могут влиять посторонние предметы, тени, ракурс съемки объекта, его масштаб);

- Фотографии фона без объекта распознавания (фотографии должны быть сделаны в той же среде где будет происходить распознавание).

Для обучения, тестирования и улучшения моделей каскадных классификаторов рекомендуем воспользоваться программой Cascade Trainer GUI [7]. Обученная функция (классификатор, сформированный на признаках Хаара и представленный в формате \*.xml) используется для обнаружения объектов на других цифровых изображениях или видео.

### **Результат обнаружения транспортных средств на изображении с помощью обученного каскада Хаара**

Для тестирования обученного каскада детекции транспортных средств была создана программа на языке Python в среде VisualStu-

dioCode. В качестве тестового изображения была выбрана фотография дорожного трафика в г. Коврове. Задача, решаемая программой на базе обученного каскадного классификатора, – обнаружение автомобилей на изображении, подсчет их количества, локализация автомобилей – вывод координат центров обнаруженных объектов в пиксельном пространстве. Результат работы программы по обнаружению транспортных средств класса "автомобиль" на маршруте с помощью обученных каскадов Хаара приведен на рис. 3.

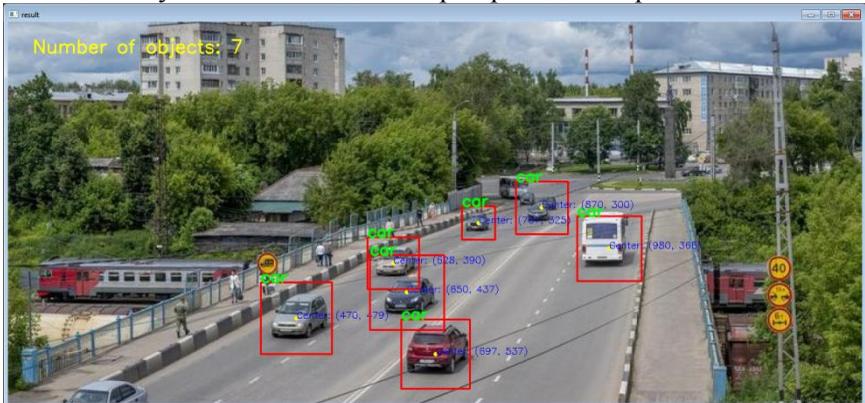


Рис.3. Результат работы программы по обнаружению транспортных средств класса "автомобиль" на маршруте с помощью каскадов Хаара

Как можно заметить, на изображении обнаружены не все объекты класса "автомобиль". Пропуск события (ошибка распознавания второго рода [8]) составила более 30%. Кроме того, ошибочно детектирован объект другого класса транспортных средств – "автобус", изображения которого не присутствовали в обучающем наборе изображений (ложное срабатывание или ошибка распознавания первого рода [8] составила около 15 %).

Факторы, препятствующие обнаружению: объект частично присутствует в кадре; объект перекрыт другими объектами; масштаб и угол ориентации объекта в кадре изображения значительно отличается в сравнении с обучающим набором (датасетом).

## Заключение

Результаты исследований подтвердили возможность применения технологии технического зрения на базе каскадных классификаторов для обнаружения возможных препятствий в виде транспортных средств на маршруте беспилотного наземного средства на основе признаков Хаара.

Достоинства метода – процесс обучения алгоритмов, основанных на каскадах Хаара, является относительно быстрым, а сам процесс детектирования имеет относительно малую вычислительную сложность, например, по сравнению с нейросетевыми подходами.

Однако подход все же имеет недостатки, главным из которых является чувствительность к ориентации объекта на изображении – объект будет распознан хорошо только в том случае, если его ориентация совпадает с той, на которой учился детектор. На практике – обычно классификаторы работают при углах отклонения от тренировочного положения до 30 градусов. При этом хорошо натренированный детектор может обнаруживать интересующий объект даже в случае, если отдельные признаки на нем отсутствуют (например перекрыты другим объектом). Если требуется распознавать несколько классов объектов, то необходимо предварительно обучить отдельно каждый классификатор на соответствующем наборе данных. Использование одновременно нескольких каскадных функций для детекции разных классов объектов (например, "грузовой автомобиль", "мотоцикл", "пешеход", "велосипедист" и т.п.) значительно снижает производительность алгоритма в сравнении с нейросетевыми технологиями (например, YOLO).

## Список литературы

1. Жмудь В.А. Перспективы развития беспилотных наземных транспортных средств / В.А. Жмудь // Автоматика и программная инженерия. – 2021. – №4(38). – С. 17-35.

2. Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3 / Кэлер А., Брэдски Г., пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 826 с. - ISBN 978-5-97060-471-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604717.html>

(дата обращения: 22.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

3. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features; Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; Kauai, HI, USA. 8-14 December 2001.

4. Признаки Хаара. Статья из Википедии. – Текст: электронный : [сайт]. - URL : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Признаки\\_Хаара](https://ru.wikipedia.org/wiki/Признаки_Хаара) (дата обращения: 27.11.2024).

5. Papageorgiou, Oren and Poggio. A general framework for object detection. International Conference on Computer Vision, 1998.

6. Yoav Freund, Robert E. Schapire. A Short Introduction to Boosting, Shannon Laboratory, USA, 1999. – pp. 771-780.

7. Программа для обучения моделей каскадных классификаторов Cascade Trainer GUI: [сайт]. - URL : <https://aminahmadi.com/cascade-trainer-gui/>(дата обращения: 24.09.2024).

8. Ошибки первого и второго рода. Статья из Википедии. – Текст: электронный : [сайт]. - URL : [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Ошибки\\_первого\\_и\\_второго\\_рода](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Ошибки_первого_и_второго_рода) (дата обращения: 28.11.2024).

УДК 621.757

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НАДЁЖНО РАБОТАЮЩИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ СЛОЖНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ**

*Житников Ю.З., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»,  
Лошкарёв А.А., зам. генерального директора по производству  
АО «ВНИИ «Сигнал»,  
Воркуев Д.С., д-р техн. наук, зам. начальника патентного отдела  
ОАО «ЗиД»*

*Аннотация.* Представлена методика разработки надёжно работающих кинематических схем автоматизированных устройств на основе структурных схем управления процессом.

*Ключевые слова:* кинематическая и структурная схемы, автоматизированные устройства, электрические и механические аналоги.

В настоящее время отсутствует методика разработки кинематических схем сложных автоматизированных механических систем и устройств.

На примере разработки кинематической схемы двухшпиндельного гайковёрта нового класса предлагается методика, которая включает следующие разделы:

1. Назначение конструктором требований и последовательность управления выполнением операций в автоматической механической системе:

- из-за неодновременности наживления и продолжительности завинчивания резьбовых деталей может происходить неодновременность начала затяжки, влияющих на качество сборки. Продолжительность завинчивания - первый параметр, которым необходимо управлять в процессе сборки;

- из-за нарезания резьбы различными режущими инструментами сопротивления завинчивания в каждом резьбовом соединении различно – это второй параметр, которым необходимо управлять;

- для обеспечения качественной сборки групповых резьбовых соединений с учётом герметичности стыков узлов и фланцев затяжку необходимо осуществлять синхронно;

- в процессе автоматической сборки необходимо соблюдать три режима вращения: максимальная скорость при завинчивании; нулевой процесс ожидания при переходе от одного режима вращения к другому и медленное вращение при затяжке.

2. Построение структурной схемы управления процессом сборки на основе сформулированных требований производится по известным методикам [1, 2, 3] рис.1.

3. Замена электрических элементов структурной схемы управления на механические аналоги:

- на каждый шпиндель завинчивающего устройства нет необходимости устанавливать датчик обратной связи, если два шпинде-

ля будут снабжены дифференциальными механизмами (ДМ), которые с большой чувствительностью будут реагировать на изменения моментов сопротивления и периодически при повышении сопротивления завинчивания будут останавливать вращение одного из шпинделей до момента управления сопротивлением с другим;

- наличие дифференциалов требует, чтобы в кинематической схеме было две независимых ветви вращения - для завинчивания и затяжки;

- функцию переключения вращений может выполнять механизм свободного хода храпового типа (МСХ) и муфта предельного момента (МПМ).

Муфта предельного момента представлена кинематическим элементом, описываемым уравнением:

$$\begin{aligned} M = 0 \text{ или } M_{кр} - M_{C_1} \leq 0 \text{ и } M_{кр} - M_{C_1} - M_{C_2} > M_{МПМ}; \\ M = M_{кр} - M_C \text{ при } 0 < M_{кр} - M_{C_1} - M_{C_2} \leq M_{МПМ}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент на выходе привода;  $M_{C_1}$ ,  $M_{C_2}$  – моменты сопротивления, действующие в первом и втором каналах управления;  $M_{МПМ}$  – момент, на который настроена муфта предельного момента.

Механизм свободного хода также имеет нелинейную характеристику. Если пренебречь люфтом, равным шагу зубьев храпового колеса, то уравнение, описывающее эту характеристику, имеет вид:

$$\begin{aligned} M = 0 \text{ при } \Omega_i - \Omega_0 \leq 0; \\ M = M_{кр} \text{ при } \Omega_i - \Omega_0 > 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\Omega_0$  – угловая скорость вращения входного вала механизма свободного хода;  $\Omega_i$  – угловая скорость вращения выходного вала кинематической цепи, связанной с дифференциалом.

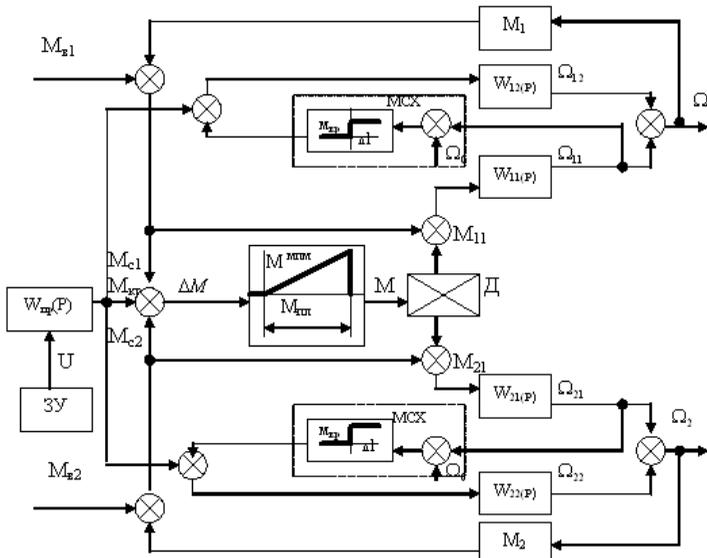


Рис. 1. Структурная схема двухканальной системы управления

На структурной схеме рис. 1 введены обозначения:  $W_{np}$  – передаточная функция привода по моменту, включающая передаточную функцию по моменту двигателя  $W_{об(P)}$ , и передаточное отношение редуктора  $i$  –  $W_{np} = W_{об(P)}i$ ;  $W_{11(P)}$ ,  $W_{12(P)}$ ,  $W_{21(P)}$ ,  $W_{22(P)}$  – передаточные функции по скорости кинематических цепей первого и второго каналов;  $M_1, M_2$  – возмущающие моменты, действующие на рабочие органы;  $D$  – дифференциальный механизм.

На основании структурной схемы управления с учётом механических аналогов построена кинематическая схема двухшпидельного гайковёрта нового класса (рис.2).

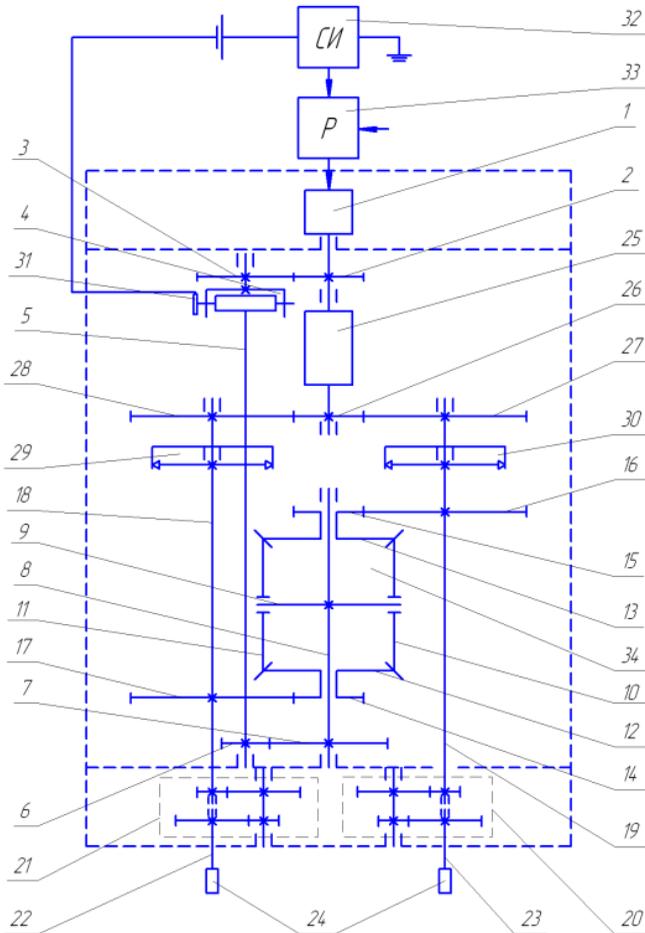


Рис. 2. Кинематическая схема многошпиндельного гайковерта на основе муфты предельного момента, дифференциального механизма и механизмов свободного хода с пассивными обратными связями

Приведена методика разработки кинематической схемы двухшпиндельного гайковерта на основе структурной схемы управления процессом сборки.

### Список литературы

1. Житников, Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.], под общ. ред. проф. Ю.З. Житникова. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 656с.
2. Житников, Ю.З. Устройства современных технологий автоматизированной сборки изделий. Высокоточные одношпиндельные и многошпиндельные гайковёрты нового класса: учебное пособие/Ю.З Житников, А.Л. Симаков, А.Е. Матросов. – Старый Оскол: ТНТ, 2023. -144 с.
3. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического регулирования/ В.А. Бесекерский, Е.Н. Попов. М.: Наука, 1975. – 768 с.

УДК 621.787.6

### ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЁЖНОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ВЗРЫВОМ

*Житников Ю. З., д-р техн. наук, профессор,  
Матросов А.Е., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»;  
Житников Б.Ю., д-р техн. наук, профессор  
Владимирский филиал РАНХиГС*

*Аннотация.* Обоснован процесс упрочнения поверхностного слоя взрывом.

*Ключевые слова:* деталь, деформационное упрочнение, поверхностный слой, взрыв.

В производстве для упрочнения поверхностного слоя деталей нашёл способ взрыва в замкнутом пространстве.

В настоящее время отсутствует теоретическое обоснование этого процесса.

При взрыве резко повышается давление в замкнутом пространстве, такое явление можно считать ударным воздействием на поверхность [3].

Для теоретического обоснования этого явления воспользуемся выражением равенства работ от силы взрыва  $A_{взр}$  и медленного сжатия (смятия) поверхности детали  $A_{см}$  при одинаковых деформациях [1, 2]:

$$A_{взр} = A_{см}, \quad (1)$$

где  $A_{взр}$  – работа силы взрыва при возникновении упругопластической деформации поверхностного слоя детали;  $A_{см}$  – работа силы при упругопластическом смятии поверхности детали.

Сила взрыва равна:

$$F_{взр} = [P] \cdot S, \quad (2)$$

где  $[P]$  – максимальное давление в замкнутом пространстве при взрыве;  $S$  – площадь поверхность детали.

Работа силы при упругопластической деформации поверхности детали находится из выражения:

$$A_{взр} = F_{взр} \cdot (\alpha_y + h) = [P] \cdot S(\alpha_y + h), \quad (3)$$

где  $\alpha_y$  – величина упругой деформации поверхности детали;  $h$  – величина пластической деформации.

Работа силы при медленном смятии поверхности детали [1, 2] запишется:

$$A_{см} = A_{см}^{yn} + A_{см}^{nl}, \quad (4)$$

где  $A_{см}^{yn}$  – работа силы смятия при упругой деформации поверхности детали;  $A_{см}^{nl}$  – работа силы при пластическом смятии.

Работа силы при упругом смятии поверхности детали:

$$A_{см}^{yn} = F_{см}^{yn} \cdot \alpha_y = [\sigma_{см}] \cdot S \cdot \alpha_y, \quad (5)$$

где  $F_{см}^{yn}$  – сила упругого смятия, которая находится из [3];

$[\sigma_{см}]$  – предельно допустимое напряжение упругого смятия.

Работа силы при пластическом смятии поверхности детали:

$$A_{см}^{nl} = ([P] \cdot S - [\sigma_{см}] \cdot S) \cdot h. \quad (6)$$

Подставим выражения (5, 6) в выражение равенства работ получим:

$$[P] \cdot S \cdot (\alpha_y + h) = [\sigma_{см}] \cdot S \cdot \alpha_y + ([P] \cdot S - [\sigma_{см}] \cdot S) \cdot h. \quad (7)$$

Из последнего выражения найдём предельное давление на поверхность детали при взрыве, при котором будет обеспечена требуемая глубина упрочнения поверхностного слоя детали:

$$[P] = [\sigma_{см}] - [\sigma_{см}] \cdot \frac{h}{\alpha_y} = [\sigma_{см}] \cdot \left(1 - \frac{h}{\alpha_y}\right). \quad (8)$$

При заданном давлении на поверхность детали при взрыве глубина упрочняющего слоя запишется:

$$h = \left(\frac{[P]}{[\sigma_{см}]} - 1\right) \cdot \alpha_y. \quad (9)$$

Закключение: получены математические зависимости величины давления на поверхность детали и глубины упрочняющего слоя в зависимости от допустимого упругого напряжения и упругой деформации поверхностного слоя детали.

### Список литературы

1. Житников, Ю.З. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Г. Схиртладзе [и др.], под общ. ред. проф. Ю.З. Житникова. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 656с.
2. Житников, Ю.З. Динамика движения элементов механизмов при упругом и упругопластическом ударах о неподвижные и подвижные тела: монография / Б.Ю. Житников, Ю.З. Житников. Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А.Дегтярева». 2014. – 80 с.
3. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов/ В.И. Феодосьев. – 10-е изд., - М.: Изд-во МГУ., 1999. – 592 с.

УДК 621.787.6

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЁЖНОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВАНИЯ

*Матросов А.Е., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Обоснована глубина и твёрдость упрочненного поверхностного слоя деталей в зависимости от силы резания, материалов и их физико – механических свойств, геометрических параметров взаимодействующих поверхностей детали и пуансона.

*Ключевые слова:* калибрование, упрочняющий слой, упругая и упругопластическая деформации, твёрдость упрочнённого слоя.

В настоящее время отсутствует теоретическое обоснование упрочнения поверхностного слоя отверстия при калибровании.

В изделии имеющим отверстие может быть предусмотрено подвижное соединение, при котором происходит износ его поверхности, что может привести к потере точности изделия и к выходу его из строя.

Требуется обосновать глубину деформации и твёрдость поверхности при калибровании.

Воспользуемся выражением зависимости глубины деформированного слоя поверхности от действующих сил, параметров отверстия и режущей кромки пуансона [1, 2]:

$$h = \frac{P - P_0}{2\pi \cdot R_{\text{пр}} \cdot HD}, \quad (1)$$

где  $P$  - сила, резания под действием которой происходит срез металла при калибровании (упругопластическая деформация);  $P_0$  - сила, под действием которой происходит упругая деформация;  $R_{\text{пр}}$  - приведённый радиус кривизны взаимодействующих поверхностей детали и пуансона;  $HD$  - пластическая твёрдость материала детали.

Для нахождения силы упругой деформации воспользуемся выражения [3]:

$$P_0 = F_{\text{см}} = [\sigma_{\text{см}}] \cdot S_{\text{см}}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{см}}$  - сила упругого смятия поверхностей;  $[\sigma_{\text{см}}]$  – предельное напряжение упругого смятия;  $S_{\text{см}}$  - площадь взаимодействующих поверхностей.

При калибровании отверстий происходит взаимодействие внутренней поверхности цилиндра с отверстием наружной цилиндрической поверхностью, т.е. с «радиусом» его режущей кромки.

Площадь их взаимодействия находится из следующего выражения:

$$S_{\text{см}} = 2\pi \cdot R \cdot \pi \cdot r = 2\pi^2 \cdot R \cdot r, \quad (3)$$

где  $R$  – радиус отверстия;  $r$  – «радиус» режущей кромки пуансона.

При заданной глубине упрочняющего слоя сила резания записывается:

$$P = F_{\text{рез}} = P_0 + 2\pi \cdot R_{\text{np}} \cdot HD \cdot h. \quad (4)$$

Приведённый радиус кривизны равен:

$$R_{\text{np}} = \frac{R \cdot r}{R - r}, \quad (5)$$

Пластическая твёрдость материала детали согласно [1, 4] будет равна:

$$HD = \frac{88300}{130 - HB} [МПа], \quad (6)$$

где  $HB$  - твёрдость материала детали по Бринеллю.

Подставляя в выражение (4) выражения (2, 3, 5, 6) получаем силу резания при калибровании:

$$F_{\text{рез}} = [\sigma_{\text{см}}] \cdot 2\pi^2 \cdot R \cdot r + 2\pi \cdot \frac{R \cdot r}{R - r} \cdot \frac{88300}{130 - HB} \cdot h. \quad (7)$$

При заданной силе резания при калибровании глубина упрочняющего поверхностного слоя детали будет равна:

$$h = F_{\text{рез}} - [\sigma_{\text{см}}] \cdot 2\pi^2 \cdot R \cdot r / 2\pi \cdot \frac{R \cdot r}{R - r} \cdot \frac{88300}{130 - HB}. \quad (8)$$

При заданной силе резания и глубине упрочняющего слоя поверхности детали определим твёрдость поверхностного слоя детали после калибрования:

$$HD = 130 - \frac{2\pi \cdot R \cdot r}{R - r} \cdot 88300 \cdot \frac{h}{[\sigma_{\text{см}}]} \cdot \pi^2 \cdot R \cdot r - F_{\text{рез}}. \quad (9)$$

Получены математические выражения силы резания, глубины упрочняющего слоя поверхности детали и твёрдости упрочняющего слоя поверхности отверстия в зависимости от геометрических параметров отверстия и режущей кромки пуансона, физико - механических свойств материалов.

### Список литературы

1. Демидов, С.Н. Теория упругости: учебник для вузов /С.Н. Демидов. – М.: Высшая школа, 1979, - 432с.
2. Дрозд, М.С. Инженерные расчёты упругопластической деформации /М.С. Дрозд, М. М. Матлин, Ю.И. Сидякин. – М.: Машиностроение, 1986, - 224с.
3. Феодосьев, В.И. Соппротивление материалов: учебник для вузов/ В.И. Феодосьев – 10-е изд., М.: Изд-во МГУ, 1999. – 592с.
4. Бутенин, Н.В. Теоретическая механика. Т2. /Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. – М: Наука, 1979. – 543с.

УДК 621.86

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИКИ ИНЕРЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Швецов А.Д., магистрант,  
Пузанов А.В., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»,  
АО «ВНИИ «Сигнал», ведущий научный сотрудник;  
Векшина Т.М., начальник сектора,  
АО «ВНИИ «Сигнал»*

*Аннотация.* В работе проанализированы методы повышения динамики промышленных манипуляторов за счет системы управления, изменения мощности приводов, облегчения конструкции.

*Ключевые слова:* робототехника, динамика, жесткость, массоинерционные характеристики.

Актуальными задачами в условиях автоматизированного производства являются разработка прогрессивных технологических процессов. Применение промышленных манипуляторов в производстве призвано сократить время технологических процессов, а также освободить человека от работ, связанных с опасностями для здоровья и простых монотонных операций, не требующих высокой квалификации [1, 2].

Повышение динамики манипуляторов, используемых в промышленном производстве, позволит оптимизировать их работу и сделать более эффективными в выполнении задач. [3].

При изменении динамики манипуляторов необходимо учитывать динамическое поведение системы, определяемое инерционностью звеньев, нагрузкой рабочего органа и наличием внешних возмущений.

В работе проведен анализ методов повышения динамики инерционных конструкций.

Рассмотрим методы повышения динамики на примере промышленных манипуляторов.

Повысить динамику манипуляторов возможно за счет:

1. Системы управления[4]:

- Синтез закона управления на основе решения обратной задачи динамики. Сигнал управления формируется по принципу обратной связи. Метод обеспечивает приближение рабочего органа к целевой точке или к заданной траектории по экспоненте или с малым перерегулированием. При этом появляется необходимость в точной идентификации параметров управляемой системы.

- Увеличение интервала дискретности системы. Это делает систему менее чувствительной к внешним возмущениям.

- Гашение колебаний, вызываемых упругими деформациями в гибких звеньях. Для этого вводят обратные связи по этим деформациям, непосредственно измеряемым или вычисляемым по другим, связанным с ними, измеряемым переменным. При такой системе управления снижаются быстродействия. Упругие прогибы от действия внешних нагрузок и колебания звеньев, возникающие при движении, не позволяют точно переместить рабочий орган в заданную точку пространства и увеличивают время переходного процесса.

## 2. Изменения мощности приводов:

- Использование более мощных приводов в основании.

Выбор данного метода позволяет увеличить грузоподъёмность, но необходимо повышение требований к надёжности оборудования. Так как более мощные приводы требуют более высоких нагрузок. Также выбор для таких двигателей и редукторов ограничен.

- Использование более мощных приводов непосредственно в кинематических парах.

В данном случае к массам подвижных звеньев манипулятора добавляются массы приводов. При таком размещении двигателей суммарная нагрузка на приводы и их мощности увеличивается. Более мощный двигатель обладает большей массой, габаритами и стоимостью. При замене одного из двигателей потребует замена и предыдущего из-за увеличенной на него нагрузки.

## 3. Облегчения конструкции;

Снижения массы достигается заменой материала и/или модернизацией конструктивного исполнения звеньев манипулятора.

При уменьшении веса конструкции появляется возможность достичь более высокого отношения полезной нагрузки к массе манипулятора.

Облегчение конструкции влияет на массоинерционные и жесткостные характеристики манипулятора. Появляются нежелательных упругие деформаций, осложняя задачу управления манипулятором, снижая быстродействие и точность. Так же это приводит к изменению деформация звеньев под действием нагрузки. Из-за деформации появляются отклонение инструмента от рабочего положения, которые могут привести к нарушению техпроцесса. Поэтому появляется необходимость в более сложной системе управления для учёта и контроля возникающих деформаций.

## **Заключение**

В результате проведённой работы были проанализированы методы повышения динамики за счет системы управления, изменения мощности приводов, облегчения конструкции. Данные методы с учетом их недостатков возможно применить для увеличения динамики промышленных манипуляторов.

В дальнейшем планируется применение методов повышения динамики манипулятора за счет облегчения конструкции и исследо-

вание жесткостных характеристик манипулятора.

### Список литературы

1. Картамышева, Е. С. Промышленная автоматизация в России: проблемы и их решения / Е. С. Картамышева, Д. С. Иванченко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 28 (132). — С. 93-95. — URL: <https://moluch.ru/archive/132/36743/> (дата обращения: 08.11.2023).

2. Захаров Д.Н., Куровский Д.М., Ракшин Е.А., Борисов О.И., Громов В.С., Колюбин С.А. Моделирование и управление движением роботов. Учебно-методическое пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2023. – 84 с.

3. Колюбин С.А., Динамика робототехнических систем. Учебное пособие.— СПб.: Университет ИТМО, 2017 — 117 с.

4. Егоров, И. Н. Системы управления электроприводов технологических роботов и манипуляторов: учеб. пособие / И. Н. Егоров, В. П. Умнов; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2022 – 314 с.

УДК 004; 62-5

## МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИВОДОВ НАВЕДЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ

*Пузанов А.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»;  
Букетов А.А., нач. НИК; Векишина Т.М., нач. сектора;  
Дудникова В.А., нач. отдела,  
АО «ВНИИ «Сигнал»*

*Аннотация.* Практика участия вооруженных сил РФ в современных боевых противостояниях показала необходимость повышения скорости реагирования на угрозы различного свойства. Комплексная угроза требует применения комплексных решений. Таким образом, к

приводам наведения и стабилизации различного вооружения предъявляются разноплановые требования. Повышение качества разработки и актуальной оценки технического состояния данных приводов является актуальной научно-технической задачей.

*Ключевые слова:* приводная техника; системы управления; комплексные модели

Практика участия вооруженных сил РФ в современных боевых противостояниях показала необходимость повышения скорости реагирования на угрозы различного свойства [1]. Комплексная угроза требует применения комплексных решений [2].

Таким образом, к разрабатываемым или модернизируемым платформам и приводам наведения и стабилизации различного вооружения предъявляются требования с большим объемом и диапазоном параметров. Разработка данных приводов является актуальной научно-технической задачей.

Реализация системы наведения и стабилизации в подобных платформах возможна либо установкой отдельного модуля со своим индивидуальным приводом, или применением универсального привода с широким диапазоном характеристик.

Применяемые типы вооружения, диапазон их характеристик, а также возрастающие скорости движения целей предъявляют более жесткие требования к приводам их стабилизации и наведения.

В различное время, на различных этапах развития схемных, конструктивных исполнений приводной техники применялись различные средства их автоматизированного проектирования и анализа [3-9]. Для анализа устойчивости к эксплуатационным факторам при соблюдении требований ТЗ различных конструктивных исполнений и методов управления, пределов модернизации, нами ранее разработана схема информационного взаимодействия при комплексных исследованиях систем стабилизации и наведения [10].

Для исследований воздействий различных типов блоков пусковых установок, огнестрельного или иного типа оружия, радарных систем или других стабилизируемых устройств используются различные варианты и сочетания данных в блоках геометрической модели, данных по нагрузкам и необходимым алгоритмам управления – в блоках системы управления и моделях воздействий.

Геометрические модели с данными о материалах и массоинерционными характеристиками формируются в САД-системах (Компас-3D и ему подобным). Макромодели системы управления реализованы средствами моделирования на макроуровне (SimIn-Tech или подобными).

Базовые части САЕ-модели с моделями различных воздействий реализованы в программных комплексах моделирования на микроуровне. Пример реализации подхода представлен на рис. 1.

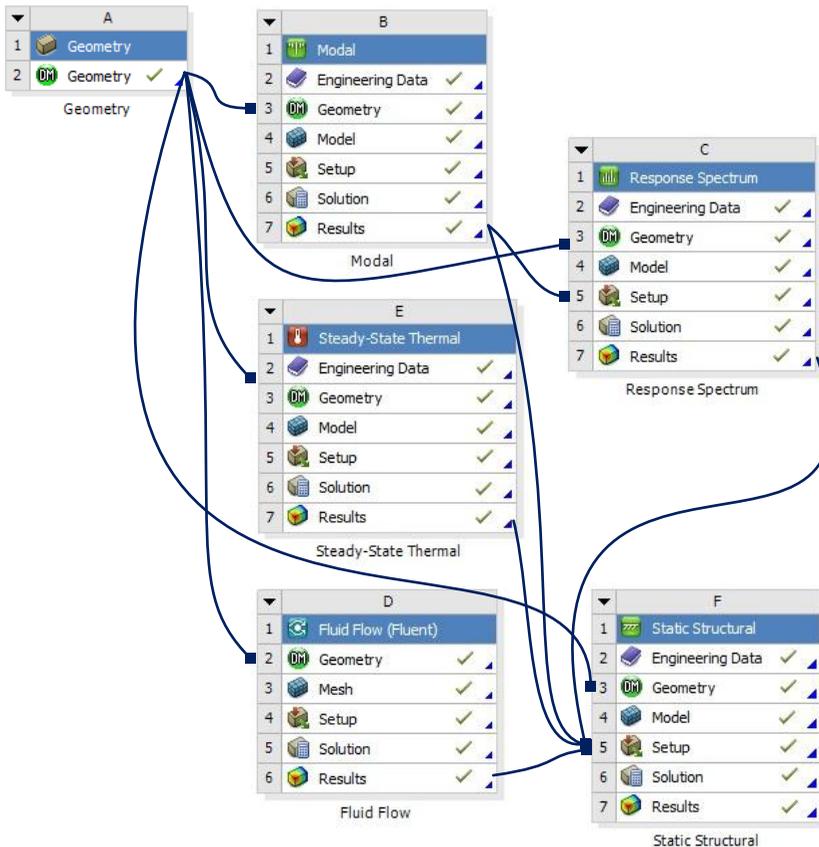


Рис. 1. Пример модели комплексного анализа пусковой установки ЗРК

Результаты моделирования обобщаются в блоке моделей управления приводами и в реальном объекте перенастраиваются согласно используемым компонентам боевых модулей.

Подобный комплекс моделей позволяет проводить исследования модернизационного потенциала отдельных компонентов и системы их управления.

### **Заключение**

Современные боевые противостояния требуют быстроты реагирования на угрозы различного свойства – от баллистических целей до управляемых снарядов, ракет различной дальности и широкого спектра беспилотных летательных аппаратов. Комплексная угроза определяет комплексное решение: проработка построения универсальных боевых модулей различной компоновки.

К разрабатываемым или модернизируемым платформам и приводам наведения и стабилизации различного вооружения предъявляются требования с большим объемом и диапазоном параметров.

### **Список литературы**

1. Цуканов, В. П. Противоречия, проблемы и направления совершенствования форм и способов боевого применения ракетных войск и артиллерии / В. П. Цуканов, С. И. Филиппов // Научный вестник. Развитие систем управления. – 2023. – № 3. – С. 4-8.

2. Перспективы развития АО «ВНИИ «Сигнал» в области электроприводов для установок ПВО и ракетноартиллерийских установок / С. И. Филиппов, А. В. Бабкин, С. А. Кузьмин [и др.] // Научный вестник. Развитие систем управления. – 2023. – № 1. – С. 46-51.

3. Пузанов, А.В. Прочностной анализ гидромашин / А.В. Пузанов // Приводная техника. 1999. №1-2. –С. 38-41.

4. Пузанов, А.В. Опыт использования современного мультифизического ПО в разработке электрогидроприводов / А.В. Пузанов // САПР и Графика. - 2008. № 4. С. 75-79.

5. Пузанов, А.В. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства в ОАО «СКБ ПА» / А.В. Пузанов, К.Е. Куванов, А.Н. Часовских // САПР и Графика - 2009. №11. -С. 25-28.

6. Пузанов, А.В. Обзорный анализ программных комплексов моделирования динамики / А.В. Пузанов // Конструктор. Машиностроитель. 2017, №3. –С. 41-45.

7. Пузанов, А. В. Мультидисциплинарный анализ систем управления мобильной техники / А. В. Пузанов // Автоматизация. Современные технологии. – 2016. – № 10. – С. 13-17.

8. Пузанов, А.В. Программный комплекс мультифизического анализа гидромашины / А.В. Пузанов // САПР и Графика. - 2007. №8. –С. 69-72.

9. Пузанов, А.В. Transdisciplinary modelsofhydraulicdrivesofmobilemachinery / А.В. Пузанов // Системный анализ и прикладная информатика – 2018, №4 – С 51-55.

10. Бабкин, А.В. Тенденции развития компьютерных моделей приводной техники и ее компонентов / А.В. Бабкин, А.В. Пузанов, Т.М. Векшина, В.А. Дудникова // Научный вестник. Развитие систем управления. 2023. – №3. –С. 35-43.

УДК 004.056

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ**

*Котов В.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В работе рассмотрены проблемы в области информационной безопасности в условиях импортозамещения и пути их решения.

*Ключевые слова:* импортозамещение, информационная безопасность.

Объектом исследования данной работы являются проблемы информационной безопасности в условиях импортозамещения программных и аппаратных средств вычислительной техники.

Информационная безопасность включает в себя меры и механизмы, направленные на предотвращение несанкционированного

доступа, изменения, уничтожения или раскрытия информации, а также обеспечение её непрерывной доступности для авторизованных пользователей.

В современном мире, где большинство процессов автоматизировано и осуществляется посредством информационных систем, уязвимости в этой области могут иметь катастрофические последствия для экономики, обороны, социальной стабильности и суверенитета страны.

В 2017 году был принят Федеральный закон № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». Закон направлен на защиту критической информационной инфраструктуры (КИИ) от компьютерных атак и иных угроз. Он устанавливает обязанности владельцев объектов КИИ по выявлению, предупреждению и ликвидации последствий компьютерных инцидентов, а также предусматривает создание системы мониторинга и реагирования на компьютерные инциденты.

По результатам мониторинга, проведённого ФСТЭК, выяснилось, что 89% объектов критической информационной инфраструктуры не имеют и минимального уровня защиты<sup>1</sup>.

Необходимость импортозамещения в области информационных технологий ставит перед специалистами по информационной безопасности ряд уникальных вызовов, связанных с необходимостью адаптации к новым условиям работы и изменениям в экосистеме ИТ-продуктов. Переход на отечественное ПО является стратегической задачей для всех отраслей российской экономики.

К этим новым вызовам можно отнести:

- переход на отечественные операционные системы;
- переход на отечественные программные средства защиты информации;
- разработка аппаратных средств защиты информации на базе отечественных компонентов;
- подготовка кадров для работы в сфере информационной безопасности.

Практика показывает, что изучение операционных систем на базе Linux (в т.ч. и отечественных ОС) крайне важна для студентов

---

<sup>1</sup>[https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Безопасность\\_критической\\_инфраструктуры\\_РФ](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Безопасность_критической_инфраструктуры_РФ)

всех направлений, т.к. логика работы этих ОС довольно сильно отличается от привычных всем ОС семейства Windows. В идеале выпускник вуза – молодой специалист должен обладать хотя бы базовыми знаниями и умениями в этой области.

Будущие специалисты в области информационной безопасности должны обладать следующими компетенциями:

Технические:

- знание операционных систем, в т.ч. глубокое знание архитектур отечественных ОС;

- программирование (предпочтение отдается языкам, пригодным для разработки системного ПО под Linux-based операционные системы, т.е. C/C++);

- стандарты компьютерных сетей;

- криптография (в т.ч. отечественные криптостандарты);

- виртуализация, облачные технологии и т.д.;

Аналитические: анализ угроз и оценка рисков, разработка стратегий;

Нормативно-правовая база: законы, НПА, требования ФСТЭК и др.

Практический опыт: управление инцидентами, пентестинг и «этичный хакинг».

Для подготовки компетентных кадров, способных стать драйверами развития систем обеспечения информационной безопасности, в КГТА им. Дегтярева при подготовке бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника» студенты, в частности, изучают:

- аппаратное обеспечение ЭВМ и низкоуровневое программирование;

- стек технологий, пригодный для разработки ПО под отечественные операционные системы;

- нормативно-правовую базу и стандарты в области ИБ;

- операционные системы, в т.ч. семейства Linux;

- компьютерные сети, стандарты и протоколы.

Идет внедрение в учебный процесс отечественного программного обеспечения, в т.ч. операционных систем. Ведется активная работа по присоединению к проекту Астра-университет для изучения и внедрения в учебный процесс курсов по перспективной отечественной ОС Astra Linux.

Только системный подход по подготовке специалистов, готовых к использованию отечественного ПО позволит решить проблемы с импортозамещением в области программного обеспечения в целом и в сфере информационной безопасности в частности.

### Список литературы

1. Ищейнов, В. Я. Информационная безопасность и защита информации: теория и практика: учебное пособие : [16+] / В. Я. Ищейнов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 271 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571485> (дата обращения: 16.12.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0496-6. – DOI 10.23681/571485. – Текст : электронный.

2. Котов, В.В. Переход на импортозамещенное программное обеспечение в учебном процессе вуза: проблемы и решения / Прикладные цифровые технологии и системы XXI века: экономика, менеджмент, управление персоналом, информационная безопасность, право. Материалы III Региональной научно-практической конференции. Владимир, 2024. С. 105-109.

УДК 612.171

## ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

*Чащин Е.А., канд. техн. наук, доцент,*

*Митрофанов А.А., канд. техн. наук, доцент,*

*Молокин Ю.В., канд. техн. наук, доцент,*

*Шилов И.В., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»,*

*Арутюнов Ю.А., д-р экон.наук, канд. физ.-мат. наук, доцент  
АНО «НИИБиомехатроники»*

*Аннотация.* В работе предложена гипотеза о том, что в качестве маркера, указывающего на наличие патологии в сердечно-сосудистой системе, можно считать величину погрешности, которая возникает при регистрации параметров. Показано, что если погреш-

ность, возникающая при проведении исследований, превышает приборную погрешность используемого аппарата, то это является маркером, указывающим на опасность развития патологии сердечно-сосудистой системы.

*Ключевые слова:* сердечно-сосудистая система, маркер, топология, патология

В настоящее время заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) широко распространены, а смертность от заболеваний ССС является одной из наиболее высоких в мире и, например, в России составляет 1462 на 100000 жителей в год [1, 2]. Известные в настоящее время методики диагностики состояния ССС [3, 4] не позволяют эффективно выполнять диагностику на ранних стадиях развития патологий. Это делает актуальным решение проблемы совершенствования существующих методов диагностики риска развития заболеваний ССС на ранних стадиях развития патологии. Современные представления о том, что миокард сердца имеет топологию Мебиуса [5-7], показывают, что задача диагностики на ранних стадиях развития патологии ССС может быть решена путем МКГ регистрации только одного параметра - амплитуды напряженности магнитного поля сердца [8]. По аналогии с измерением температуры градусником, когда температура выше 37 градусов указывает на заболевание, регистрация амплитудных значений напряженности магнитного поля, создаваемого сердцем, позволяет выполнять прогнозирование риска развития патологий ССС путем непосредственного сравнения с нормированным параметром напряженности магнитного поля [9]. Однако характерные значения магнитных полей сердца составляют порядка 50 пкТл [10]. Низкая напряженность магнитного поля, которое должно регистрироваться, требует применение СКВИДов, что существенно ограничивает возможности экспресс-диагностики посредством МКГ измерений с экономической точки зрения.

Известно, что магнитные и электрические поля сердца эквипотенциальны и результаты регистрации показателей QRS комплекса МКГ и ЭКГ методами обладают однотипными качественными характеристиками [10]. Однако, вариативность диэлектрической проницаемости человека, в отличие от магнитной проницаемости, не позволяет выполнять количественную оценку амплитудных значений QRS комплекса при ЭКГ диагностике, что затрудняет прогнозирование риска развития патологий ССС на ранних стадиях. В работе рассмотрен спо-

соб повышения эффективности и достоверности технологий экспресс-ЭКГ диагностики риска развития патологий по результатам регистрации электрического поля сердца.

Известно, что сердце может быть представлено как электрический генератор, в формировании сигнала которого участвуют как отдельные клетки и волокна тканей, так и биохимические процессы, происходящие не только в клеточной мембране, но и во внеклеточном пространстве [11]. В работе, принимая сердце за генератор сигналов, будем считать, что метрологические характеристики ССС, в приближении амплитуды генерируемых импульсов, могут изменяться с течением времени вследствие возникновения патологий как на клеточном, так и во внеклеточном пространстве. В этом приближении несложно видеть, что регистрация нарушения метрологических характеристик в приближении регистрации амплитудных значений ЭКГ сигнала может выполнять на ранних стадиях диагностику патологий ССС. Рассмотрим работу сердца как генератора импульсов. Одной из основных эксплуатационных характеристик генераторов является класс точности по параметрам выходного напряжения. За индекс класса принято принимать значение погрешности уровня выходного напряжения в процентах. В настоящее время, для того что бы в процессе эксплуатации генератора фактическая погрешность  $\Delta_0$  не превышала установленный заводом-производителем класс точности  $\Delta_{пр}$ , приборостроительные заводы обеспечивают на момент выпуска погрешность  $\Delta_3=(0,4...0,5) \Delta_{пр}$  [12]. Т.о. можно считать, что продолжительность метрологической исправности генератора обеспечивается в случае выполнения условия:

$$\Delta_3 \geq \Delta_0 \geq \Delta_{пр} \quad (1)$$

Рассмотрим ЭКГ сигнал (рис. 1) с позиции измерения амплитудных значений тока путем осциллографирования. Видно, что максимальной амплитудой обладает  $R$  зубец.

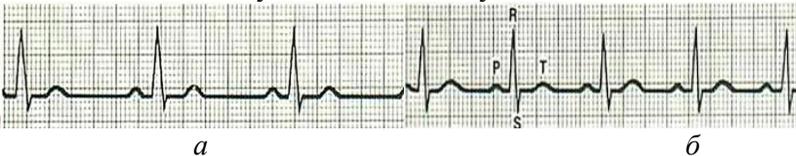


Рис. 1. Пример ЭКГ: *а* – норма; *б* – синусовая тахикардия

Для исключения влияния variability электрического сопротивления контактов и тканей, принимаем максимальное значение амплитуды  $R$  зубца за 1 о.е. В этом приближении амплитуда  $R$

зубца для здорового сердца изменяется в диапазоне 0,956...1,0 на 4,4% (см. рис. 1, а), а для патологии имеет место изменение амплитуды в диапазоне 0,88...1,0 на 12% (см. рис. 1, б). Т.о. изменение «фактической погрешности» работы сердца как генератора составляет 2,73 раза, что является значимой величиной.

Следует отметить, что если регистрация осциллограммы ЭКГ выполняется нулевым методом [13], то погрешность измерения амплитуды по результатам осциллографирования составляет менее 1%, т.е. погрешность измерения амплитуды пренебрежимо мала по сравнению с величиной отклонения амплитуды  $R$  зубца как при возникновении патологии, так и при ЭКГ регистрации работы здорового сердца. Это позволяет считать выполнение условия (1) справедливым и для ЭКГ диагностики риска развития патологии ССС. А также делает актуальным проведение анализа кардиограмм пациентов различных возрастных групп с целью определения значений  $\Delta_3$  и  $\Delta_{пр}$  регламентирующих опасность развития патологии ССС. Соответственно если  $\Delta_0$  не удовлетворяет условию (1) опасность развития патологии ССС есть и требуется более детальное обследование с целью установления причин развития патологии.

Так же следует отметить, что в рассмотренных примерах оценки погрешности измерения количество  $R$  зубцов (см. рис. 1) невелико и за 1 о.е. в общем принимался 1 зубец с наибольшей амплитудой сигнала. Принято считать, что однократные измерения допустимы только в порядке исключения, так как они по существу не позволяют судить о достоверности измерительной информации. Если можно принять, что в погрешности результата измерений амплитуд  $R$  зубцов роль систематической погрешности пренебрежимо мала по сравнению со случайной погрешностью, то при определении необходимого количества измерений следует исходить из возможности проведения статистической обработки результатов измерений, и число анализируемых  $R$  зубцов должно составлять 25 ... 30. Причем в случае, если объект измерений до этого не исследовался число измерений должно быть увеличено до 50 ... 100, а в ряде случаев и больше, если закон распределения оцениваемых величин не имеет вид нормального распределения. Однако при пульсе 60 ударов в минуту даже регистрация 100 амплитудных значений  $R$  зуб-

цов займет не более 2 мин. что позволяет считать предложенный метод методом экспресс-ЭКГ диагностики.

С метрологической точки зрения более корректным является не столько определение диапазона изменения амплитуды  $R$  зубца, сколько определение величины его среднеквадратического отклонения.

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x^*)^2 / n - 1} \quad (2)$$

где  $n$  – количество независимых измерений амплитуды с результа-

тами  $x_i$ ;  $m_x^*$  – среднеарифметическое значение

$$\tilde{x} = m_x^* = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

Вывод. Регистрация среднеквадратического отклонения амплитуды  $R$  зубца позволит повысить эффективность обнаружения на ранних стадиях развития патологий миокарда. Если величина среднеквадратического отклонения превышает пределы, ограниченные классом точности аппаратной части измерительных приборов, то это показывает на наличие патологии ССС. Это позволяет считать величину «погрешности» измерения маркером, превышение которого указывает на наличие патологии.

### Список литературы

1. Бойцов С.А., Никулина Н.Н., Якушин С.С. и др. Внезапная сердечная смерть у больных ИБС: распространенность, выявляемость и проблемы статистического учета. Российский кардиологический журнал 2011; 2:59-64.

2. Центральная база статистических данных Федеральной службы государственной статистики, 2010 г. — Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. — URL: [www.gks.ru/dbscripts/Cbsd](http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd) (дата обращения: 05.12.2024).

3. Управление сердечно-сосудистым риском для безопасности полётов: учебное пособие / Е.А. Праскурничий; ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России. – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 2019. – 157 с.

4. Титков, О. Как самолёт контролирует здоровье пилотов? / О. Титков. — Текст: электронный // Techinsider : [сайт]. — URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/12787-kak-samolyet-kontroliruet-zdorove-pilotov/> (дата обращения: 05.12.2024).

5. Лисин А.В., Платоненко В.И. Топологические свойства и отношения живых систем. Эффект нелокальности в живых системах // Вестник международной академии наук (Русская секция). 2009. № 1. С. 21–27.

6. Фролов С.В. Модель сердечно-сосудистой системы, ориентированная на современную интенсивную терапию // Вестник ТГТУ. 2008. №4, Т. 2. С. 892-901.

7. Buckberg G.D. Basic science review: The helix and the heart. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2002. vol. 124, no 5. P. 75–85.

8. Арутюнов Ю.А., Чащин Е.А., Комаринцев В.Н., Возовиков И.Н., Стащук К.А. Разработка методов функциональной диагностики повышенной эффективности на основе новых представлений об анатомии миокарда сердца // Вестник аритмологии. 2018. № 5. С. 58.

9. Арутюнов Ю.А., Дробязко А.А., Крылов А.И., Чащин Е.А., Шашок П.А., Шилов И.В. Влияние топологии магнитопровода на отклик при внешнем электромагнитном воздействии // Современные наукоемкие технологии 2016. №10. С. 29-32.

10. Холодов Ю. А., Козлов А.Н., Горбач А.М. Магнитные поля биологических объектов. М: Наука, 1987. 145 с.

11. Крамм, М.Н. Эквивалентный электрический генератор сердца для неинвазивной электрокардиографии / М.Н. Крамм // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2020.-№ 2 (32). – С. 65-71.

12. Новицкий П.В. Динамика погрешностей средств измерений. Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1990. 191 с.

13. Гречишников В.М. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие / В.М. Гречишников, О.В. Теряева. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 204 с.

14. Кишов Р.М., Магомедов А.М. Анализ современного состояния вопросов измерения артериального давления // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 10. Ч. 1 [Электронный ресурс] URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/10/39441>

(дата обращения: 20.11.2024).

УДК 621.757

## **АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИРУЮЩИМ СБОРОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ**

*Симаков А.Л., д-р техн. наук, профессор,  
Рожков А.Н., старший преподаватель*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье получены условия квазиоптимального управления процессом адаптации положения детали для объекта второго порядка. при минимизации среднеквадратической ошибки рассогласования сопрягаемых поверхностей и энергетических затрат на выполнение процесса адаптации.

*Ключевые слова:* условия реализации, аналитическое конструирование регуляторов, динамическая модель, критерий оптимизации, краевые условия.

Завершающим этапом сборочной операции является адаптация пространственного положения сопрягаемых поверхностей деталей. При выполнении операции в автоматическом режиме (без участия человека) этот этап функционально обеспечивается адаптирующим устройством. Важными показателями качества адаптирующего устройства являются погрешность позиционирования детали, быстродействие, зависимость от внешних источников энергии, возможность изменения как линейных, так и угловых параметров ориентации детали. Для решения задачи определения структуры и параметров адаптирующих устройств предложен подход, при котором процесс адаптации рассматривается как процесс управления движением детали по программной траектории совмещения [1]. Вопрос о реализации оптимальных законов управления движением,

обеспечивающих наилучшие качества процесса адаптации – максимальное быстродействие, наименьшие значения погрешностей позиционирования детали, наименьшие затраты энергии возникает при синтезе средств адаптации. Один из вариантов оптимального управления процессом адаптации для разомкнутого контура адаптирующего устройства рассмотрен в работе [2]. В данной статье рассматривается возможность реализации оптимального управления по методу аналитического конструирования регуляторов (АКОР) [3].

Система автоматизированной сборки включает соединяемые детали, устройство адаптации положения деталей, перемещающее устройство. Существует большое количество разновидностей адаптирующих устройств, однако их всех объединяет функция обеспечения согласования деталей.

Уравнение, описывающее поведение координаты адаптации  $q$  в динамике для системы сборки, имеет вид:

$$A_1 \ddot{q} + B_1 \dot{q} + C_1 q = F_{0e}, \quad (1)$$

где  $A_1$  – параметр, характеризующий инерционные свойства присоединяемой детали (учитывают массу или моменты инерции),  $B_1$  – коэффициент вязкого трения при перемещении соединяемой детали по координате (адаптации или совмещения)  $q$ ;  $C_1$  – коэффициент, описывающий приведенную жесткость взаимодействия соединяемых деталей (имеет максимальное значение при взаимодействии (контакте) присоединяемой и базовой деталей, минимальное значение при свободном перемещении детали по координате адаптации или совмещения);  $F_{0e}$  – силовое воздействие на деталь со стороны устройства перемещения.

Эксперименты по идентификации динамической модели объекта управления при автоматизированной сборке [4] показали, что наилучшую сходимость экспериментальных данных и моделирования позволяет получить модель второго порядка. Установлено, что значения коэффициентов динамической модели процесса адаптации детали существенно зависят от динамики (характера изменения во времени) задающего воздействия.

В соответствии с этим линеаризованная модель объекта управления имеет вид:

$$a_0 \ddot{q} + a_1 \dot{q} + a_2 q = u \quad (2)$$

где  $a_0, a_1, a_2$  – коэффициенты, описывающие инерционные, диссипативные и позиционные силовые факторы,  $u$  – управляющее воздействие.

Цель управления состоит в переводе объекта из начального состояния  $q = q_0$  для момента времени  $t = t_0 = 0$  в состояние  $q = 0$  за время  $t = T$ . В этом случае перемещение  $q$  можно рассматривать как рассогласование между текущим и целевым (конечным) положением детали. В качестве критерия качества целесообразно принять минимум функционала

$$J = \int_0^T (q^2 + \mu^2 u^2) dt \rightarrow \min$$

$\mu$  – весовой коэффициент.

Исходные данные для задачи оптимального управления определяются при переходе от модели объекта «вход-выход» к модели «вход-состояние-выход». Введем переменные состояния  $q = x_1$ ,  $\dot{q} = \dot{x}_1 = x_2$ .

Уравнения объекта управления

$$\begin{cases} \dot{X} = AX + Bu, \\ q = CX \end{cases}; \quad (3)$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}; \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{a_2}{a_0} & -\frac{a_1}{a_0} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{a_0} \end{pmatrix}; \quad C = (1 \quad 0);$$

Введем обозначения  $a = -\frac{a_2}{a_0}$ ;  $b = -\frac{a_1}{a_0}$ ;  $c = \frac{1}{a_0}$ ; тогда матрицы примут вид

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ a & b \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ c \end{pmatrix};$$

Краевые условия  $X(0) = X^0$ ;  $X(T) = 0$ ;

Критерий оптимизации

$$J = \int_0^T (X^T Q X + u^2) dt \rightarrow \min,$$

где  $Q = \begin{pmatrix} q_1 & 0 \\ 0 & q_2 \end{pmatrix}$  – матрица весовых коэффициентов

Оптимальное управление в функции фазовых координат (т.е. для замкнутой системы управления) имеет вид [5]:

$$U = -R^{-1} B^T K X \quad (4)$$

где  $R$  – матрица весовых коэффициентов для вектора управления; при скалярном управлении  $R = r = 1$ ;

$K = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{pmatrix}$  – матрица коэффициентов усиления,  $k_{12} = k_{21}$ .

Искомой является матрица  $K$ , она определяется из алгебраического уравнения Риккати:

$$-KA - A^T K + KBR^{-1}B^T K - Q = 0; \quad (5)$$

После подстановки выражений для матриц  $K, A, B, Q$  в уравнение (5) получаем систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} k_{12}^2 c^2 - 2ak_{12} - q_1 &= 0 \\ k_{12}(k_{22}c^2 - b) - k_{11} - k_{22}a &= 0 \\ k_{12}(k_{22}c^2 - b) - k_{11} - k_{22}a &= 0 \\ k_{22}^2 c^2 - 2k_{12} - 2bk_{22} - q_2 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Поскольку  $k_{12} = k_{21}$ , второе и третье уравнение системы (6) совпадают.

С учетом уравнения (4) управляющее воздействие будет реализовано в виде обратных связей по фазовым координатам с коэффициентами передачи  $k_{21}uk_{22}$ :

$$U = -c(k_{21}x_1 + k_{22}x_2) \quad (7)$$

Из уравнений (6) определяются коэффициенты усиления по фазовым координатам

$$k_{21} = k_{12} = \frac{a}{c^2} \left( 1 \pm \sqrt{1 + q_1 \frac{c^2}{a^2}} \right) = -a_0 a_2 (1 \pm \sqrt{1 + q_1 a_2^{-2}}) \quad (8)$$

$$\begin{aligned} k_{22} = \frac{b}{c^2} [1 \pm \sqrt{1 + q_2 \frac{a}{b^2} (1 \pm \sqrt{1 + q_1 \frac{c^2}{a^2}})}] = & -a_0 a_1 [1 \pm \\ \pm \sqrt{1 - q_2 \frac{a_0 a_2}{a_1^2} (1 \pm \sqrt{1 + q_1 a_2^{-2}})}] & \quad (9) \end{aligned}$$

Реализация обратных связей возможна, если коэффициенты  $k_{21}uk_{22}$  будут вещественными. Для первого коэффициента это условие выполняется при любых значениях параметров объекта управления. Условием существования второй обратной связи (по скорости перемещения) будет неравенство

$$q_2 \frac{a_0 a_2}{a_1^2} \left( 1 + \sqrt{1 + q_1 a_2^{-2}} \right) \leq 1 \quad (10)$$

Выполнение этого неравенства возможно при определенных соотношениях между весовыми коэффициентами  $q_1$  и  $q_2$ .

Таким образом, осуществление оптимального управления по результатам аналитического конструирования регулятора для активного устройства адаптации возможно при выполнении допустимых соотношений между весовыми коэффициентами, определяющими обобщенную квадратическую погрешность позиционирования детали.

### Список литературы

1. Симаков, А.Л. Обоснование методов и средств адаптации соединяемых деталей на базе принципов автоматического управления и выявленных взаимосвязей при автоматизированной сборке [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Симаков Александр Леонидович. – Ковров, 2003. – 373 с.

2. Симаков, А.Л. Возможность реализации оптимального управления процессом адаптации деталей / А.Л. Симаков // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция, посвященная 150-летию конструктора-оружейника Владимира Григорьевича Федорова - родоначальника отечественного автоматического стрелкового оружия. – Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА имени В.А. Дегтярева», 2024. – с. 129-133.

3. Летов А.М. Динамика полета и управление. – М.: Наука, 1969. – 359 с.

4. Кузнецова, С. В. Модель, описывающая динамику движения детали по координатам совмещения, относительной и угловой адаптации при сборке / С. В.Кузнецова, А. Л. Симаков // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т.3. – №3. – ISSN 2413–9858. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/09/2017-N3-KuznetsovaSimakov.pdf> (дата обращения: 31.05.2023). – Текст: электронный.

5. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: Учеб. пособие.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464с. – ISBN 5-9221-0534-5.

УДК 004.932

## СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ЗОНЕ ВИДИМОСТИ НАЗЕМНОГО БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

*Брындин Д.И., Матвеев С.А., магистранты,  
Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент,  
Хрусталёв П.Е., канд. техн. наук,  
Симаков А.Л., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Приведены примеры препятствий, возникающих на пути следования наземного беспилотного транспортного средства, в том числе сложно обнаруживаемые препятствия. Дается классификация объектов, препятствующих движению наземного беспилотного транспортного средства. Сформулированы характеристики препятствий, перечислены основные проблемы в задачах обнаружения препятствий системами технического зрения. Рассмотрен метод определения объектов и преимущества использования тепловизора.

*Ключевые слова:* беспилотное транспортное средство, препятствие на маршруте, система технического зрения, метод Виолы-Джонса, тепловизор.

### Введение

При разработке высокоавтоматизированного беспилотного наземного транспортного средства, функционирующего в сложных недетерминированных условиях, возникает задача классификации препятствий на маршруте и анализа их характеристик. Распознавание препятствий на маршруте помогает улучшить безопасность движения и повысить автономность транспортных средств [1].

Настоящий обзор посвящен анализу объектов, которые требуется обнаруживать и распознавать с использованием технологий компьютерного зрения.

Примеры препятствий, возникающих на пути следования наземного беспилотного транспортного средства

Препятствия могут иметь самую различную природу и характеристики: от статических объектов (стены, столбы и прочие сооружения, деревья, водные преграды) до движущихся объектов (другие транспортные средства, пешеходы, животные) [2]. Ниже приведены примеры возможных препятствий на пути следования беспилотного транспортного средства.

1) Транспортные средства (легковые и грузовые автомобили, мотоциклы, автобусы и т.п.) – обнаружение позволяет избегать столкновений и обеспечивать безопасное движение.

2) Пешеходы (люди, находящиеся на дороге или вблизи нее) – обнаружение важно для обеспечения безопасности пешеходов и предотвращения несчастных случаев.

3) Велосипедисты и мотоциклисты – учет этих пользователей дороги помогает избежать аварий.

4) Животные (домашние и дикие животные, которые могут внезапно появиться на дороге) – обнаружение животных позволяет избежать аварий и улучшить безопасность движения.

5) Стационарные объекты (столбы, ограждения, барьеры и другие неподвижные предметы) – обнаружение предотвращает столкновения и позволяет скорректировать маршрут.

6) Дорожные знаки и разметка (указывающие ограничения скорости, предупреждающие знаки, указатели направления и т. д.) – важно распознавать для корректировки маршрута.

7) Неровности, выбоины и ямы на дороге – обнаружение таких препятствий помогает снизить риск повреждения транспортного средства.

8) Мусор или строительные материалы – их обнаружение позволяет избежать повреждений и остановок транспортного средства.

9) Природные препятствия на дороге (снег, гололед и т.п.) – их обнаружение позволяет оценить условия движения и выбирать безопасные режимы движения или маршруты.

Примеры изображений препятствий приведены на рис. 1.

На рис. 1 показана классификация препятствий, возникающих на пути движения наземного беспилотного транспортного средства.

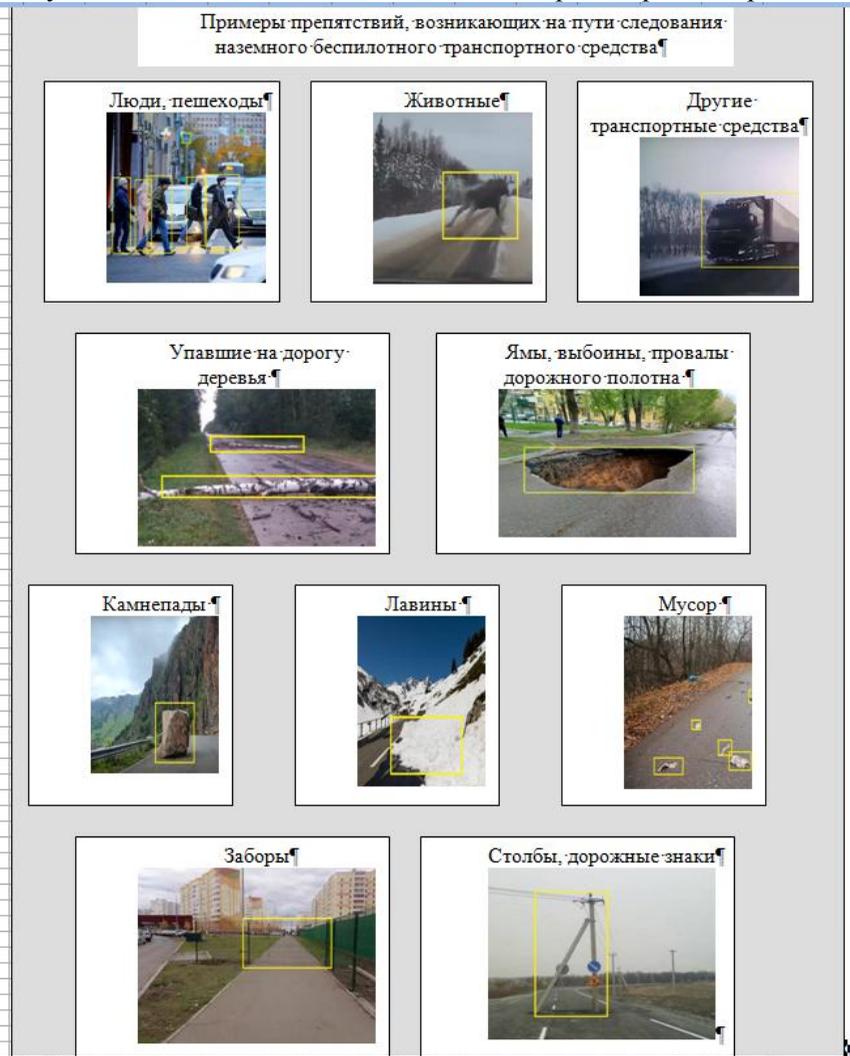


Рис.1. Примеры препятствий, возникающих на пути следования наземного беспилотного транспортного средства

## Классификация объектов, препятствующих движению наземного беспилотного транспортного средства

Предлагаем следующие варианты деления на классы препятствий на маршруте беспилотного транспортного средства. В зависимости от изменения параметров распознаваемого объекта во времени, препятствия могут быть разделены на две группы: статические или неподвижные (здания, сооружения, столбы, заборы, деревья, дефекты дорожного полотна и т.п.) и динамические или движущиеся (пешеходы, животные, иные транспортные средства).

По количественному признаку препятствие может быть классифицировано как единичный объект или множественный (несколько объектов в поле зрения).



Рис. 2. Классификация препятствий, возникающих на пути движения наземного беспилотного транспортного средства

В зависимости от геометрических характеристик препятствия могут быть охарактеризованы как объекты распознавания с сосредоточенными (стена) и с распределенными параметрами (сетка).

По происхождению препятствия можно подразделить на две группы: природного (упавшее на дорогу дерево, карстовый провал дорожного полотна, сошедшая лавина) и антропогенного происхождения (сооружения, здания, искусственные заграждения).

По степени опасности препятствия можно разделить на: представляющие существенную угрозу (карстовые провалы) и неопасные препятствия (незначительные выбоины, ямы или мусор).

Препятствия по степени контрастности можно распределить на две группы: объект обладает контрастностью с фоном

(хорошо различим); объект не контрастирует с фоном (трудно-различим).

Характеристики препятствий как объектов распознавания в системах технического зрения беспилотных мобильных средств

При распознавании препятствий на изображениях важно учитывать различные характеристики объектов [3]. Эти характеристики помогают алгоритмам идентифицировать и классифицировать объекты. На рисунке 3 представлены характеристики объектов при распознавании в системах технического зрения.



Рис. 3. Характеристики объектов при распознавании в системах технического зрения

Вот некоторые ключевые характеристики:

1) Форма: учитывает геометрические характеристики [4] объекта (к примеру, размеры (ширина и высота), соотношение сторон, периметр и площадь) могут быть использованы для классификации.

2) Цвет: объекты могут быть представлены в разных цветовых пространствах [5] (RGB, HSV, LAB и т.д.). Каждое пространство имеет свои особенности, которые могут быть использованы для распознавания. Распределение цветов объектов может быть представлено с помощью гистограммы [5], что может помочь в их классификации.

3) Текстура [6]: текстурные характеристики определяют, как выглядят поверхности объектов. Например, могут использоваться такие методы, как гистограмма градиентов, чтобы захватить информацию о текстуре. Применяются фильтры Габора или Лапласиан для анализа текстур.

4) Размер и масштаб: соотношение размеров учитывается в контексте окружающей среды (например, если мы знаем, что определенный объект должен быть определенного размера, это может помочь в распознавании). Однако, объекты могут быть представлены в разных масштабах, и методы распознавания должны быть инвариантными к изменениям масштаба.

5) Положение и ориентация: для объектов на изображении положение (например, координаты геометрического центра масс изображения [7]) и ориентация (угол, под которым объект ориентирован по отношению к изображению) могут помочь в определении их расположения в пространстве для корректировки маршрута.

6) Глубина и расстояние: 3D изображения и модели (полученные с помощью 3D-камер или стереокамер) позволяют получить значительно больше информации о форме, размерах и расположении объектов в реальном пространстве [8].

7) Динамика и движение: позволяют обнаружить движущиеся объекты в видеопотоке, информация о скорости и направлении движущихся объектов может помочь в планировании маршрута и корректировке режима движения [].

8) Окружающая среда и соседние объекты: контекст, в котором находятся объекты, может также предоставлять важную информацию. Например, распознавание пешеходов может зависеть от того, находятся ли они на тротуаре или на проезжей части. Информация о том, какие объекты находятся рядом, может помочь в классификации (например, велосипед на тротуаре против велосипеда на дороге).

При распознавании препятствий в реальном времени, например, в автономных транспортных средствах или системах помощи водителю, комбинация всех этих характеристик может быть использована для точного определения и классификации объектов. Использование методов машинного обучения, таких как нейронные сети, позволяет эффективно извлекать и комбинировать эти характеристики для достижения высоких результатов в распознавании препятствий.

### Сложно обнаруживаемые препятствия

Обнаружение некоторых типов препятствий с помощью технологий компьютерного зрения может быть особенно сложным по

различным причинам. Вот несколько категорий препятствий, которые трудно обнаружить:

1. Динамические препятствия (пешеходы, велосипедисты и другие автомобили). Сложности – быстрое движение может затруднить их обнаружение и правильную оценку расстояния и скорости.

2. Маленькие или низкие объекты (камни, ветки или мелкие животные) Сложности – могут быть не заметны на изображениях или затенены другими объектами.

3. Препятствия, схожие по цвету с окружающей средой (например, темные машины на темной дороге). Сложности – эти препятствия могут быть трудно различимы из-за недостатка контраста.

4. Объекты с низкой текстурой (гладкие или однородные объекты, такие как стекло или зеркала). Сложности – могут отражать свет и создавать блики, что затрудняет их идентификацию.

6. Затененные области и объекты. Сложности – тень затрудняет их обнаружение и может вызвать ложные срабатывания.

7. Объекты с изменяющейся формой (движущиеся от ветра ветви деревьев, развивающиеся плакаты, тенты). Сложности: – эти объекты могут быть трудно предсказуемы и неустойчивы, что затрудняет их распознавание.

### Проблемы в задачах обнаружения препятствий

В задачах обнаружения препятствий для беспилотных транспортных средств и систем компьютерного зрения существует множество проблем, которые могут осложнить эффективное распознавание и реагирование. Вот основные из них:

1) Разнообразие объектов: сложно создать универсальную модель, способную точно идентифицировать все возможные препятствия.

2) Влияние окружающей среды: погодные условия (дождь, снег, туман) и время суток (день/ночь) могут значительно изменять видимость, ухудшать качество изображений, делая объекты менее различимыми.

3) Сложные сцены: сложные сцены могут привести к неправильной интерпретации изображений, повышая количество ложных срабатываний.

4) Ограниченная видимость: ограниченная видимость затрудняет идентификацию и отслеживание объектов (препятствия могут быть частично скрытыми другими объектами).

5) Динамические объекты и непредсказуемое поведение: быстрое движение усложняет задачу обнаружения и предсказания траектории объектов.

6) Недостаток данных: некоторые объекты могут быть недостаточно представлены в обучающих наборах данных, это может привести к плохой производительности модели на таких объектах.

7) Высокие требования к вычислительным ресурсам: современные алгоритмы глубокого обучения требуют значительных вычислительных мощностей, что может быть проблемой для встраиваемых систем и реального времени.

8) Ложные срабатывания и пропуски объектов: системы могут ошибочно классифицировать объекты или не обнаружить их вообще, это может привести к потенциально опасным ситуациям.

9) Адаптация к новым условиям: системы могут испытывать трудности при работе в новых или изменяющихся условиях, возникает необходимость постоянного обновления моделей и алгоритмов для адаптации к изменениям.

Проблемы в задачах обнаружения препятствий сложны и многообразны, и их решение требует комплексного подхода, включающего использование различных сенсоров, алгоритмов обработки данных и методов машинного обучения.

Метод обнаружения препятствий Виолы-Джонса

Один из методов определения объектов на изображении – каскад Хаара. Принцип работы: из картинка вычленяются простые признаки с помощью нескольких прямоугольников. Пиксели, попадающие в белый прямоугольник, берутся со знаком «плюс», в чёрный — со знаком «минус». Все значения суммируются, и получается одно число. Прямоугольники и коэффициенты для них выбираются с помощью алгоритма AdaBoost.

Обученный каскад Хаара принимает на вход изображение и определяет, есть ли на нём искомый объект, то есть выполняет задачу классификации, разделяя входные данные на два класса (есть искомый объект, нет искомого объекта).

Обработка изображения начинается с преобразования изображения в оттенки серого, после чего в работу включается следующий алгоритм

1) Вычисление признаков Хаара. Признак Хаара — это набор прямоугольных областей изображения, примыкающих друг к другу и разделённых на две группы. Чтобы вычислить значение конкретного признака Хаара для какого-либо изображения, надо сложить яркости пикселей изображения в первой и второй группах прямоугольных областей по отдельности, а затем вычесть из первой полученной суммы вторую. Полученная разность и есть значение конкретного признака Хаара для данного изображения.

2) Создание интегральных изображений. Они ускоряют расчёт признаков Хаара. Вместо вычисления по каждому пикселю создаются под прямоугольники, и для каждого из них создаются ссылки на массивы, которые затем используются для расчёта признаков Хаара.

3) Обучение с помощью Adaboost. Этот этап выбирает лучшие признаки и обучает классификаторы использовать их. Для этого комбинируются «слабые классификаторы» для создания «сильного классификатора», который алгоритм может использовать для обнаружения объектов.

4) Реализация каскадных классификаторов. Каскадный классификатор состоит из серии этапов, где каждый этап — это коллекция слабых обучающихся. На основе этого предсказания классификатор либо решает указать на обнаружение объекта (положительный результат), либо перейти к следующей области (отрицательный результат).

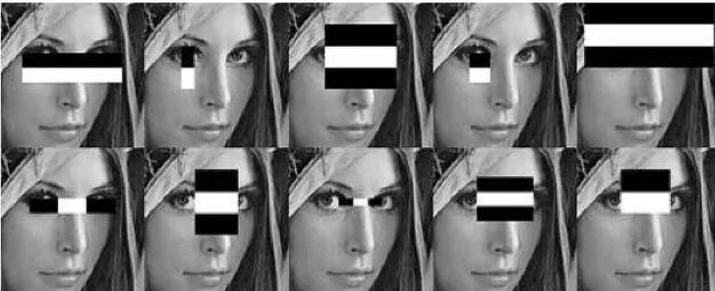
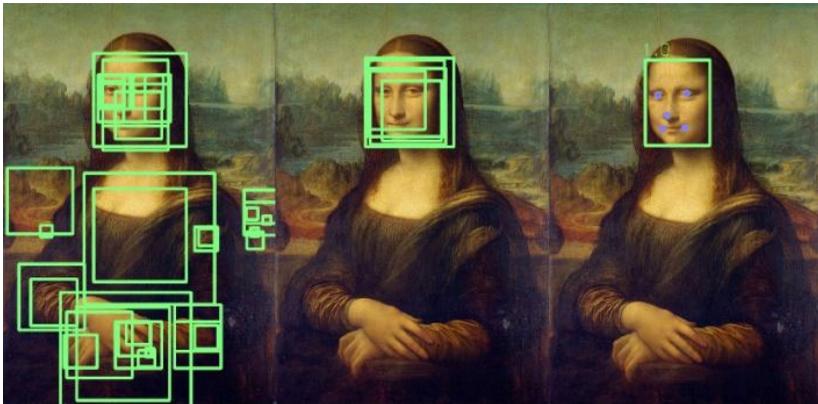


Рис. 4. Прямоугольные области Хаара



Рис. 5. Интегральное изображение

Рис. 6. Результат определения каскада Хаара.  
Использование тепловизоров

Тепловизор - устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветная картинка, где разным температурам соответствуют разные цвета.

Использование тепловизоров, позволяет чётко выделять наиболее интересные объекты, которые чаще всего оставляют тепловой след, как в светлое время суток, так и в ночное.



Рис. 7. Сравнение тепловизионного изображения и обычного в оттенках серого при дневном освещении

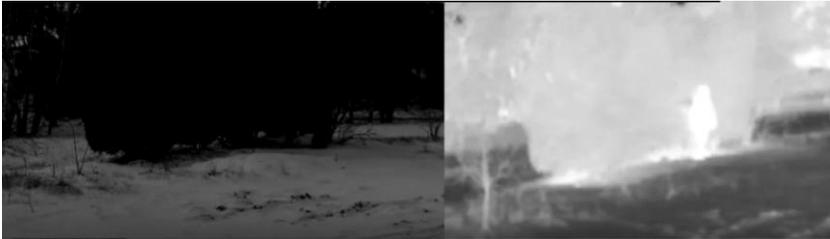


Рис. 8. Сравнение тепловизионного изображения и обычного в оттенках серого при слабой освещённости

Тепловизор обеспечивает лучшую наблюдаемость объектов с тепловым следом, к тому же даже в условиях слабой освещённости. Но стоит учитывать, что сквозь стекло он видеть не способен.

### Заключение

Несмотря на достижения в области технологий компьютерного зрения, некоторые препятствия остаются сложными для обнаружения. Для улучшения обнаружения таких объектов часто используется комбинация методов, таких как интеграция различных сенсоров (например, камер, радаров и лидаров), применение алгоритмов машинного обучения, которые могут адаптироваться к изменяющимся условиям. Однако использование активных сенсоров (радаров и лидаров) значительно повышает вероятность вскрытия беспилотного транспортного средства.

Работа выполнена в рамках субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №075-00101-24-02 от 14.05.2024 г.

### Список литературы

1. Егорчев А.А. Вопросы построения беспилотной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Егорчев, Д.Е. Чикрин, В.С. Гуськов. – Казань: Издательство Казанского университета, 2022. – 119 с. – URL:[https://kpfu.ru/portal/docs/F1262127897/Voprosy\\_postroeniya\\_bespilotnoj\\_tekhniki.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F1262127897/Voprosy_postroeniya_bespilotnoj_tekhniki.pdf).
2. Даетеф Ф. Применение системы технического зрения при управлении мобильным роботом в динамической среде // Информатика, телекоммуникации и управление. 2020. Т. 13. №1. С. 19-30. DOI: 10.18721/JCSTCS. 13102.
3. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 763 с. - ISBN 978-5-00101-696-0.
4. Крейман Г. Биологическое и компьютерное зрение / Г. Крейман; пер. с англ. И. Л. Люско; под ред. Т. Б. Киселевой, Т. И. Люско. - Москва: ДМК Пресс, 2022. - 314 с. - ISBN 978-5-93700-100-9.
5. Хорн Б. К. П. Зрение роботов: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. – 487 с., ил. – ISBN 5-03-000570-6.
6. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / ред. Р. Дэвис, М. Терк; пер. с англ. В. С. Яценкова. - Москва: ДМК Пресс, 2022. - 690 с. - ISBN 978-5-93700-148-1.
7. Шакирьянов Э. Д. Компьютерное зрение на Python. Первые шаги / Э. Д. Шакирьянов. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 163 с. - ISBN 978-5-00101-944-2.
8. Шумкин Д.А. Обнаружение препятствий с помощью стереозрения для беспилотных автомобилей / Д.А. Шумкин, А. А. Дмитриенко // Карбышевские чтения. Наука на службе обществу. 2022. С. 142-152.

УДК 62-50

УДК 004.8

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ БЕСПИЛОТНОЙ СИСТЕМЫ**

*Матвеев С.В., Брындин Д. И., магистранты,  
Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент,  
Хрусталёв П.Е., канд. техн. наук,  
Симаков А.Л., д-р техн. наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В этой работе описаны различные параметры данных, влияющие на эффективность обучения нейросети, рассмотрены методики обучения и важность правильной классификации препятствий для повышения автономности и надёжности беспилотной системы

*Ключевые слова:* нейросеть, данные, архитектура, обучение, препятствия на пути

### **Качество данных**

Для обучения нейросети необходим большой, разнообразный и высококачественный набор данных. Неполные, шумные или некорректно размеченные данные приведут к ненадежной модели, которая будет ошибаться в непредсказуемых ситуациях. Это особенно важно для беспилотных систем, где ошибка может нести за собой разрушение системы. Поэтому данные собираются и обрабатываются с особой тщательностью, включая валидацию и очистку[1].

Данные должны быть защищены от искажения и подделки. Злоумышленники могут попытаться внедрить в обучающие данные ошибочные или специально созданные изображения, чтобы обмануть систему (атаки противника)[2]. Разработка методов защиты от таких атак является важной задачей в области безопасности.

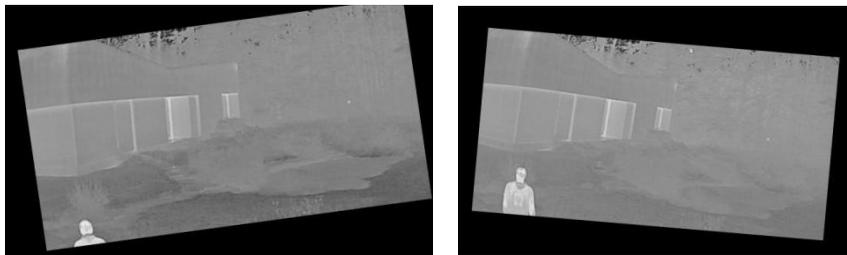


Рис.1 Некорректное изображение Рис.2 Корректное изображение

Выбор архитектуры нейросети напрямую влияет на её надёжность. Более сложные архитектуры, такие как глубокие сверточные нейронные сети, могут достигать высокой точности, но они также могут быть более подвержены ошибкам из-за переобучения или непредсказуемого поведения в нестандартных условиях[3]. Поэтому исследователи изучают архитектуры, которые более устойчивы к шуму и выбросам данных, например, с использованием методов регуляризации.

Архитектура может быть разработана с учетом потенциальных угроз безопасности. Например, использование модулей, проверяющих входные данные на наличие аномалий, может помочь предотвратить атаки противника.

### Методы обучения

Методы обучения, такие как аугментация данных[4] (искусственное увеличение обучающей выборки за счет преобразований существующих изображений) и кросс-валидация (проверка модели на разных подмножествах данных), улучшают обобщающую способность модели и её надёжность в новых, невиданных ранее ситуациях. Разработка методов обучения, устойчивых к шуму и выбросам, является важной задачей.

Обучение с использованием adversarial training[5] (обучение на специально сгенерированных искажённых данных) помогает сделать модель более устойчивой.

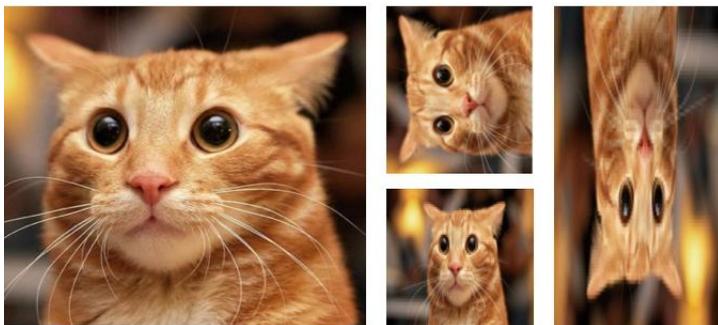


Рис.3.Аугментация данных

### Обучение с подкреплением

**Принцип:** беспилотная система взаимодействует с окружающей средой, получая «вознаграждения» за правильные действия и штрафы за неправильные. На основе этих вознаграждений и штрафов система обучается оптимальной стратегии поведения. Такой способ идеально подходит для обучения сложных задач управления, таких как планирование маршрута, избегание столкновений и адаптация к неожиданным ситуациям, что позволяет обучить систему принимать решения в динамической и неопределённой среде.

### Обучение с имитацией

Система обучается на данных, полученных от опытного водителя (или симулятора). Модель учится имитировать поведение эксперта.

**Преимущества:** более быстрое обучение, не требует создания сложных систем вознаграждений.

**Недостатки:** зависит от качества данных, полученных от эксперта; может не справиться с нестандартными ситуациями, не представленными в обучающем наборе.

### Гибридные подходы

Часто используются комбинации различных методов обучения для достижения наилучших результатов. Например, можно использовать обучение с подкреплением для обучения сложных задач

управления, а обучение с имитацией для обучения начальных навыков вождения.

Выбор подходящей методики обучения нейросети для беспилотных систем зависит от многих факторов, и часто наилучшие результаты достигаются с помощью гибридных подходов, сочетающих преимущества различных методов.

### **Уровень автономности**

Автономность системы, в контексте беспилотных систем, раскрывается через несколько ключевых аспектов, тесно связанных с её архитектурой, функциональностью и способностью к независимому функционированию[6].

Правильная классификация препятствий является критически важной для автономности и надёжности беспилотных систем. Неправильная классификация может привести к авариям, снижению эффективности и потере доверия к системе.

Если система неправильно классифицирует препятствие (например, принимает дорожный знак за пешехода), это может привести к выбору неправильного маршрута, задержкам или невозможности достижения цели. Система может пытаться объехать несуществующую опасность или проигнорировать реальную[7].

Надёжная система должна уметь справляться с ошибками в классификации. Например, если система не уверена в классификации объекта, она может снизить скорость или остановиться, чтобы избежать потенциального риска. Отсутствие такой обработки ошибок делает систему ненадежной. Постоянное накопление ошибок в классификации может привести к ухудшению производительности системы в целом. Это может проявляться в увеличении числа ложных срабатываний (неправильное обнаружение препятствий) или пропусков (необнаружение реальных препятствий)

### **Способы оптимизации детектирования препятствий**

**Многомодальные сенсоры:** Использование различных сенсоров (камеры, лидары, радары) позволяет получить более полное представление об окружающей среде и уменьшить вероятность ошибок.

**Усовершенствованные алгоритмы:** Разработка более точных алгоритмов классификации, например, с использованием глубокого обучения и методов обработки неопределённости.

**Обучение на больших данных:** Обучение моделей на больших и разнообразных наборах данных, включающих сложные сценарии и редкие случаи.

**Постоянное тестирование и валидация:** Регулярное тестирование системы в различных условиях позволяет выявлять и устранять ошибки в классификации.

Правильная классификация препятствий — это фундаментальный аспект автономности и надёжности беспилотных систем. Любые ошибки в этом процессе могут иметь серьёзные последствия, поэтому постоянное совершенствование методов классификации является одной из главных задач в этой области.

#### **Планирование траектории и избегание столкновений**

**Картирование:** создаётся карта окружающей среды, на которой обозначены препятствия и безопасные зоны для полета. Классификация препятствий играет ключевую роль в создании этой карты[8].

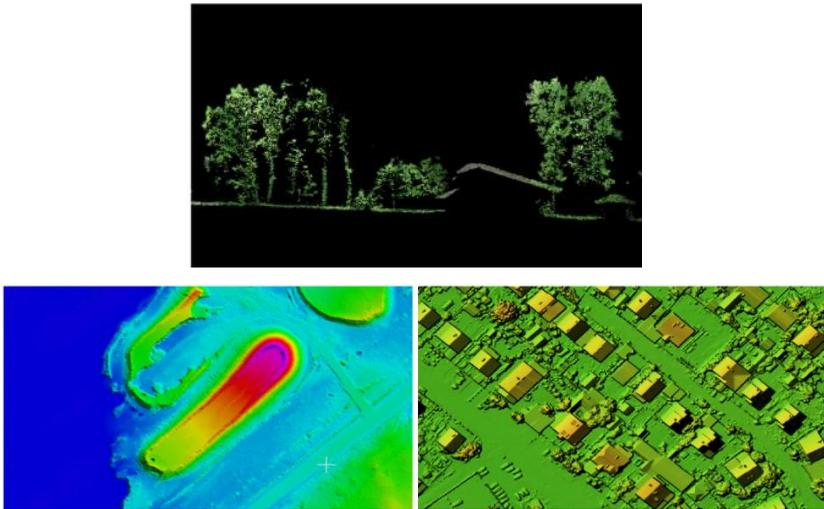


Рис.4. Пример картирования местности

**Планирование маршрута:** алгоритмы планирования маршрута используют информацию о местоположении и классификации препятствий для выбора оптимального пути[9].

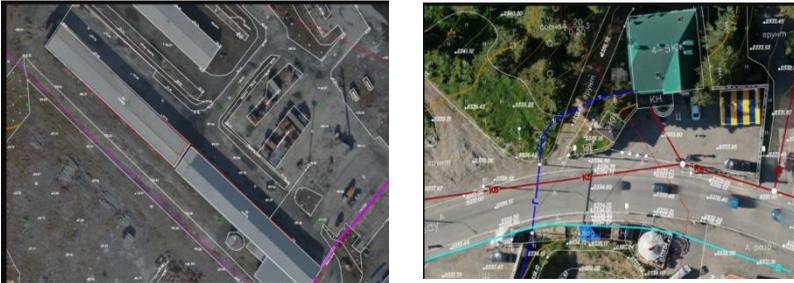


Рис.5. Разметка маршрута

**Управление движением:** система управления дроном использует данные о препятствиях для корректировки траектории и предотвращения столкновений. Она может выполнять облет препятствий, снижать скорость или остановиться, в зависимости от ситуации.

Неправильная классификация препятствий для дрона может привести к аварии, повреждению дрона или окружающей среды. Поэтому совершенствование методов классификации препятствий остается одной из важнейших задач в разработке автоматизированных систем управления.

В итоге, надежность и безопасность беспилотных систем, основанных на нейросетях, не являются просто дополнительными требованиями, а являются неотъемлемой частью процесса разработки и обучения моделей. Они требуют комплексного подхода, охватывающего все этапы, от сбора данных до развертывания системы.

### Список литературы

- 1.[Электронный ресурс] /- Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/573590/>
- 2.[Электронный ресурс] /- Режим доступа: <https://b-152.ru/iskusstvennyj-intellekt-v-ib>
- 3.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

<https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/340184/>

4.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

<https://aws.amazon.com/ru/what-is/data-augmentation/>

5.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

<https://elib.pnzgu.ru/files/eb/doc/W3fwi3BNhbKo.pdf>

6.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

<https://habr.com/ru/articles/421619/>

7.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

[:https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.1d98355b-6752d53d-998b6203-74722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/communications-and-networks/articles/10.3389/frcmn.2023.1122231/full](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.1d98355b-6752d53d-998b6203-74722d776562/https/www.frontiersin.org/journals/communications-and-networks/articles/10.3389/frcmn.2023.1122231/full)

8.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/metody-planirovaniya-puti-v-srede-s-prepyatstviyami-obzor?ysclid=m4cmax0vkd312114023>

9.[Электронный ресурс] /- Режим доступа:<https://aeromotus.ru/metody-primeneniya-dannyh-s-drona/>

[//aeromotus.ru/metody-primeneniya-dannyh-s-drona/](https://aeromotus.ru/metody-primeneniya-dannyh-s-drona/)

УДК 612.757

## **ОБОСНОВАНИЕ ГЛУБИНЫ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ**

*Мурзина О.В., канд. техн. наук, доцент,  
Максимова М.И., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Получено математическое выражение зависимости глубины упрочненного слоя от силы резания, подачи, глубины и скорости резания при лезвийной обработке металлов, а также от физико-механических свойств материалов режущего инструмента и детали.

*Ключевые слова:* сила резания, упрочнение, упругопластическая деформация, смятие.

Надежность и безопасность технологических машин и механизмов в большой степени обеспечивается применением упрочненных деталей для их изготовления. Существует несколько способов упрочнения поверхностей деталей, одним из которых является поверхностное пластическое деформирование. Оно может быть получено с помощью дробеструйной обработки, накатки роликами или шариками, а также путем других механических воздействий, в том числе при обработке поверхности лезвийным инструментом.

Глубина упрочненного слоя в результате токарной обработки зависит от величины силы резания и от физико-механических свойств материалов режущего инструмента и детали. Упрочнение обработанной резанием поверхности детали происходит из-за упругопластической деформации (смятия), возникающей под действием составляющей силы резания по оси, перпендикулярной к обрабатываемой поверхности – оси X.

Таким образом, условие упругопластического смятия описывается следующим выражением:

$$P_x = P_{см}, \quad (1)$$

где  $P_x$  – составляющая силы резания по оси X;  $P_{см}$  – сила, под действием которой происходит упругопластическая деформация поверхности детали.

Из выражения (2) находится составляющая силы резания:

$$P_x = 0,1P_z, \quad (2)$$

где  $P_z$  – составляющая силы резания по оси Z и обеспечивающая срезание металла с обрабатываемой поверхности. Согласно [1] она определяется по формуле:

$$P_z = C_{Pz} t^{Xp} S^{Yp} V^{Zp} K_p, \quad (3)$$

где  $C_{Pz}$  – коэффициент, учитывающий влияние различных условий резания на силу  $P_x$ ;  $t$  – глубина резания;  $S$  – подача;  $V$  – скорость резания;  $K_p$  – обобщенный поправочный коэффициент, равный произведению поправочных коэффициентов, влияющих на величину силы  $P_x$  и условия резания;  $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_p$  – показатели степеней.

Величина остаточной пластической деформации на обработанной резанием поверхности под действием силы резания согласно [2] определяется:

$$h = \frac{P - P_0}{2\pi R_{np} HD}, \quad (4)$$

где  $P = P_{см}$  – сила, под действием которой образуется упругопластическая деформация поверхности детали;  $P_0$  – сила, под действием которой образуется упругая деформация;  $R_{np}$  – приведенный радиус кривизны поверхностей режущего инструмента и детали;  $HD$  – пластическая твердость.

Согласно [3], сила  $P_0$ , под действием которой образуется упругая деформация обработанной резанием поверхности, определяется по выражению:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{см}}{S_{см}} \leq [\sigma], \quad (5)$$

где  $\sigma_{см}$  – действительное напряжение смятия;  $[\sigma]$  – предельно допустимое напряжение смятия;  $F_{см} = P_0$  – сила, под действием которой образуется упругое смятие поверхности детали;  $S_{см}$  – площадь смятия, т.е. площадь взаимодействия режущего элемента резца и детали.

Отсюда площадь смятия:

$$F_{см} = P_0 = [\sigma] S_{см}. \quad (6)$$

Площадь упругого смятия, возникающего при взаимодействии условно цилиндрической поверхности режущего элемента резца с малым радиусом  $R_1$  и цилиндрической поверхности обрабатываемой детали радиусом  $R_2$ , находится из выражения:

$$S_{см} = 2al, \quad (7)$$

где  $a$  – полуось пятна контакта взаимодействия поверхностей режущего элемента резца и детали;  $l$  – длина взаимодействия, т.е. ширина режущего элемента.

Полуось пятна контакта при взаимодействии цилиндрических поверхностей по образующим согласно [1] запишется:

$$a = 1,522^3 \sqrt{\frac{qR_1R_2}{E(R_1 + R_2)}}, \quad (8)$$

где  $q$  – удельная нагрузка на единицу длины взаимодействия режущего элемента и детали;  $E$  – приведенный модуль упругости материалов резца и детали.

Из выражения (9) находим приведенный модуль упругости материалов:

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}, \quad (9)$$

где  $E_1, E_2$  – соответственно модули упругости резца и детали.

Согласно [2, 3] удельная нагрузка на единицу длины определяется из выражения:

$$F_{cm} = \frac{4}{3} a q. \quad (10)$$

После подстановки в выражение (8) параметров из (6, 7, 9, 10), возведения его в третью степень и деления на « $a$ » получается:

$$a = \sqrt{\frac{1,522^3 + 3[\sigma_{cm}] t R_1 R_2 (E_1 + E_2)}{E_1 E_2 (R_1 + R_2)}}. \quad (11)$$

Выражение для приведенного радиуса кривизны:

$$R_{np} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \quad (12)$$

Согласно [3] пластическая твердость определяется из выражения:

$$HD = \frac{88300}{130 - HRC}, \quad (13)$$

где  $HRC$  – твердость, определяемая по методу Роквелла.

Учитывая выражения (2, 3, 4, 6, 7, 9, 10,11), уравнение (1) примет вид:

$$0,1 \cdot C_{Pz} t^{Xp} S^{Yp} V^{Zp} K_p = \\ = [\sigma_{cm}] \cdot 2l \sqrt{\frac{1,522^3 + 3[\sigma_{cm}] t R_1 R_2 (E_1 + E_2)}{E_1 E_2 (R_1 + R_2)}} + 2\pi h \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{88300}{130 - HRC} \quad (14)$$

Из (14) выразим глубину упрочненного слоя на поверхности детали:

$$h = \frac{\left[ 0,1 \cdot C_{Pz} \cdot t^{Xp} \cdot S^{Yp} \cdot V^{Zp} \cdot K_P - [\sigma_{CM}] \cdot 2l \sqrt{\frac{1,522^3 + 3[\sigma_{CM}] \cdot t \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot (E_1 + E_2)}{E_1 \cdot E_2 \cdot (R_1 + R_2)}} \right]}{2\pi \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{88300}{130 - HRC}} \quad (15)$$

В результате приведенных преобразований найдено математическое выражение зависимости глубины упрочненного слоя от силы резания, ее составляющих (подачи, глубины и скорости резания), и физико-механических свойств материалов режущего инструмента и детали.

### Список литературы

1. Житников, Ю.З. Динамика движения элементов механизмов при упругом и упругопластическом ударах о неподвижные и подвижные тела: монография / Б.Ю. Житников, Ю.З. Житников. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А.Дегтярева», 2014. – 80 с.
2. Кожаринова, Л.В. Основы теории упругости и пластичности: пособие для вузов / Л.В. Кожаринова. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 136 с.
3. Степин, П.А. Сопротивление материалов: учебник для вузов / П.А. Степин. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 320 с.

УДК 004.931

## НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА

*Нерсеян Г.А., студент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы надежности и безопасности систем технического зрения (СТЗ), используемых для контроля износа инструмента в современных производственных процессах. Подчеркивается важность качества компонентов, алго-

ритмов обработки данных и архитектуры системы для обеспечения надежности. Работа предоставляет рекомендации по повышению надежности и безопасности СТЗ, что способствует успешному внедрению и эксплуатации этих технологий.

*Ключевые слова:* системы технического зрения (СТЗ),

Автоматизация процессов контроля с использованием систем технического зрения позволяет значительно сократить время, необходимое для анализа состояния инструментов. Это уменьшает время простоя оборудования и повышает общую производительность. Повышение точности и надежности: Человеческий фактор всегда связан с вероятностью ошибок, особенно при визуальном контроле. Системы технического зрения обеспечивают стандартизированный и высокоточный контроль, который исключает субъективность в оценке состояния инструмента. Современные системы технического зрения могут использовать алгоритмы машинного обучения и обработки изображений для раннего выявления признаков износа или повреждений инструментов. Это позволяет проводить плановые замены и техническое обслуживание до возникновения критических сбоев, тем самым снижая риск производственных аварий. Поддержание инструмента в отличном состоянии позволяет производить более качественную продукцию. Системы технического зрения помогают контролировать параметры, влияющие на качество, такие как размеры, форма и наличие повреждений. Надежность систем технического зрения Надежность систем технического зрения для контроля износа инструмента можно определить, как способность системы выполнять заданные функции в установленные сроки и при заданных условиях эксплуатации. Ключевые аспекты, влияющие на надежность оборудования, включают качество используемых компонентов, алгоритмы обработки изображений и общую архитектуру системы.

Неправильный выбор оборудования (камеры, источники освещения и др.) может существенно повлиять на надежность системы. Исследования показывают, что надежность оптических систем зависит от условий эксплуатации, включая уровень освещения и температурные колебания [1]. Например, использование камер с низким разрешением может привести к снижению точности распознавания износа инструмента.

### *Алгоритмы обработки изображений*

Надежность обработки данных во многом зависит от используемых алгоритмов. Методам машинного обучения требуются большие объемы данных для обучения, и если они не корректно обучены, это может повлиять на результат. В трудах [2] подчеркивается важность тестирования алгоритмов на разнообразных данных для повышения их обобщающей способности.

### *Архитектура системы*

Проектирование системы с резервированием ключевых компонентов (например, использование нескольких камер) может значительно повысить надежность. Однако это ведет к увеличению сложности системы и возможным сбоям в случае неисправности одного из компонентов [3].

### *Безопасность систем технического зрения*

Вопрос безопасности систем технического зрения следует рассматривать с нескольких аспектов, включая физическую безопасность оборудования и защиту данных.

### *Физическая безопасность*

Системы технического зрения часто расположены в непосредственной близости к рабочему оборудованию. Это создает риск механических повреждений и воздействия агрессивных сред (например, высоких температур или влаги) на оборудование. Для обеспечения физической безопасности необходимо использовать защитные кожухи и проводить регулярные проверки состояния оборудования [4].

### *Защита данных*

Системы технического зрения генерируют и обрабатывают большой объем данных, что делает их уязвимыми для кибератак. Ограничение доступа к системе и использование методов шифрования данных — важные меры для защиты информации. В исследованиях [5] акцентируется внимание на важности кибербезопасности в системах автоматизации.

### *Этические и правовые аспекты*

Введение системы технического зрения также может повлечь за собой вопросы конфиденциальности. Например, если система использует камеры для наблюдения за работниками, это может вызывать опасения по поводу их прав и безопасности. Существует не-

обходимость разработки норм и стандартов, обеспечивающих соблюдение прав работников [6].

#### *Заключение*

Системы технического зрения для контроля износа инструмента представляют собой мощный инструмент для повышения эффективности производственных процессов. Однако вопросы надежности и безопасности не могут быть проигнорированы. Качество компонентов, выбор алгоритмов и архитектура системы влияют на надежность, в то время как физическая безопасность, защита данных и соблюдение правовых норм определяют безопасность.

Работа над этими аспектами должна быть непрерывной, чтобы обеспечить надежное и безопасное функционирование систем технического зрения в условиях современного производства.

#### **Список литературы**

1. Брагин, В. С. Обзор современных систем технического зрения. - 2019. - С. 45-50.
2. Ковалев, А. Е. Разработка алгоритмов обработки изображений для систем технического зрения. / Технологии автоматизации. - 2020. - Т. 12, № 3. - С. 112-118.
3. Лотков, Д. П. Архитектура систем автоматизированного контроля. / Журнал автоматизации. - 2021. - Т. 8, № 1. - С. 65-71.
4. Авдеев, С. Н., Ширяев, В. М. Физическая безопасность в автоматизированных системах. - 2018. - С. 78-84.
5. Громов, А. В. Кибербезопасность в промышленности. / Информационные технологии и безопасность. - 2020. - Т. 14, № 5. - С. 29-35.
6. Захаров, И. П. Проверка систем на уязвимость. / Журнал защиты информации. - 2021. - Т. 9, № 2. - С. 52-58.

УДК 539.4

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНЫХ  
ПАКЕТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ  
КАМЕР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

*Ермаков В.И., ассистент,  
Фоминых М.А., студент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация* В статье рассматривается значимость программных пакетов (ПП), использующих метод конечных элементов (МКЭ), в повышении безопасности камер высокого давления (КВД) типа «поршень-цилиндр». Камеры, находящиеся под высоким давлением, являются важнейшими компонентами во многих промышленных и научных приложениях, где надежность играет ключевую роль. МКЭ позволяет детально симулировать параметры, такие как распределение напряжений и деформаций, что снижает риск разрушения конструкции.

Исследование сравнивает несколько популярных программных решений: APM FEM КОМПАС-3D и SolidWorksSimulation, оценивая их точность, вычислительную эффективность и удобство для пользователей. Результаты исследования демонстрируют, что выбор подходящего ПП может значительно улучшить безопасность конструкций. Это значит, что возможные риски предсказываются еще на стадии разработки.

*Ключевые слова:* физика высокого давления, метод конечных элементов, камеры «поршень-цилиндр».

Безопасность оборудования, работающего в экстремальных условиях высокого давления, критически зависит от точности расчетов, проведенных при его проектировании и анализе. Прочность и безопасность КВД зависят не только от свойств материалов и дизайна конструкции. Как это ни парадоксально, выбор ПП может

сыграть не меньшую роль. Благодаря МКЭ инженеры могут создавать модели с повышенной точностью, что напрямую влияет на надёжность реальных конструкций. Повышение точности анализа за счёт выбора, подходящего ПП, не только повышает безопасность, но и снижает затраты за счёт исключения необходимости в перепроектировании. Таким образом, вопрос выбора ПП становится не только техническим, но и экономическим приоритетом.

Конечно, современные ПП с МКЭ требуют значительных вычислительных мощностей. Характеристики компьютера, на котором производилась симуляция представлены в табл. 1.

Таблица 1

Процессор	Intel Core i5-9600KF OEM LGA 1151-v2, 6 x 3.7 ГГц, L2 - 1.5 МБ, L3 - 9 МБ, 2 x DDR4-2666 МГц, TDP 95 Вт
Материнская плата	GIGABYTE LGA1151-v2 B365 B365M DS3H 4xDDR4 1xPCI-Ex16 HDMI/DVI/Dsub SATA3 M2 USB3. mATX
Видеокарта	GIGABYTE GeForce GTX 1660 super
Оперативная память	Kingston HyperX FURY Black [HX426C16FB3K2/16] 16 ГБ, тактовая частота 2666 МГц
Накопитель	Hikvision 512 ГБ Внутренний SSD-диск
Версия ООС	Windows 10 Pro

Впрочем, инвестиции в вычислительные ресурсы окупаются многократно. Повышение безопасности КВД приводит к снижению риска аварий, что в конечном итоге защищает не только оборудование, но и жизни людей.

Основной фокус исследования заключается в сравнении результатов, полученных из двух указанных ПП. Способны ли эти инструменты надёжно предсказывать поведение материалов под давлением? Чтобы ответить, были проведены серии прочностных расчетов, с пошаговым наращиванием давления ( $P = 0,1$  ГПа). Это позволяет выявить критические точки напряжения и деформаций, которые часто становятся решающими в вопросах безопасности.

Типовой цикл выполнения прочностного расчёта начинается с создания модели, в качестве которой была выбрана ранее созданная и успешно проверенная в экспериментах с высоким давлением двухслойная КВД для нейтрографических исследований [1].

Параметры генерация конечно-элементной (КЭ) сетки представлены на рис.1

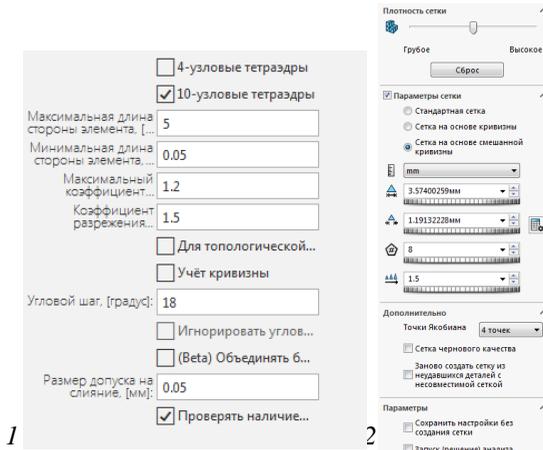


Рис. 1. Параметры генерации КЭ сетки:  
1 – АРМ FEM КОМПАС-3D; 2 – Solid Works Simulation;

Результаты разбиения КЭ сетки представлены на рис.2

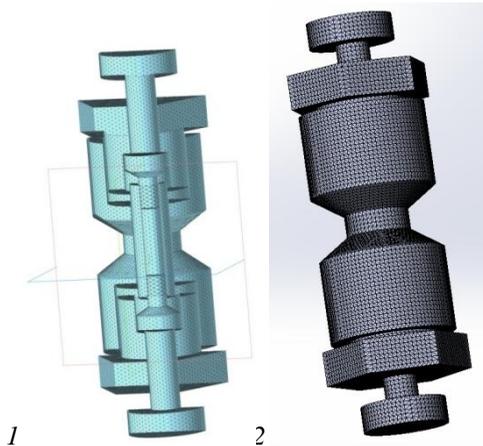


Рис. 2. Результаты разбиения КЭ сетки:  
1 – АРМ FEM КОМПАС-3D; 2 – SolidWorks Simulation;

Из экспериментов известно, что КВД выдерживает давление 1,5- 2,2 ГПа и серией моделирования оба ПП подтвердили экспериментальные данные[2].

При этом нельзя забывать, что точность и надежность расчета определяются не лишь алгоритмами — критично значение имеет и качество входных данных[3]. Более того, интерфейс и удобство работы с программным обеспечением играют роль в выборке специалистами, что особенно важно для начинающих инженеров-исследователей, стремящихся быстро освоить методологию и ее практическое применение. В табл. 2 приведены результаты сравнительного анализа

Таблица2

Наименование	APR FEM КОМПАС-3D	SolidWorksSimulation
Функциональные возможности		
Типы анализа	Линейный, нелинейный, тепловой	Линейный, нелинейный, тепловой, динамический
Поддерживаемые элементы	Тетраэдры, гексаэдры	Тетраэдры, гексаэдры, оболочки
Анализ сопряжённых физических процессов	Совпадение, Соосность, Параллельность, Перпендикулярность, На расстоянии, Под углом, Касание, Симметрия, Зависимое положение, Вращение – вращение, Вращение – перемещение, Кулачок – толкатель.	Угол, совпадение, концентричность, расстояние, блокировка, параллельность, перпендикулярность касательность, Ограничение, Линейный/Линейная муфта, Траектория, Профиль к центру, Симметрия, Ширина, толкатель клапана, редуктор, шарнир, рейку с шестерней, винт, прорезь и универсальный шарнир.

Окончание табл.2

Наименование	APR FEM КОМПАС-3D	SolidWorksSimulation
Функциональные возможности		
Гибкость настройки параметров	Базовые	Широкий выбор
Инструменты оптимизации	Создание откликов, выбор целевой функции для одного из откликов, его минимизация или максимизация, задание ограничений в виде нижней или верхней границы отклика, задание технологических ограничений, постановка задачи оптимизации.	DesignXpress
Технические характеристики		
Точность расчётов	Высокая	Высокая
Скорость расчёта	3-4 мин	19-25 сек
Поддержка многопоточности	Ограниченная	Полная
Удобство использования		
Интерфейс пользователя	Интуитивный	Интуитивный
Интеграция с другими ПО	Хорошая с родными продуктами	Широкая, включая импорт/экспорт CAD
Обучающие материалы и документация	Ограничены	Обширные
Доступность		
Стоимость владения	От 160.000 в год	От 260.000 в год
Наличие образовательных лицензий и специальных программ для учебных заведений	есть	есть

Хотя оба ПП имеют свои плюсы и минусы, выбор между ними зависит от конкретной задачи и вычислительных ресурсов. При локальных проектах и ограниченном бюджете АРМ FEM может стать отличным решением, но для сложных систем и работы с разнообразными материалами SolidWorksSimulation предложит более глубокий анализ.

### Список литературы

1. АРМ FEM. Версия для КОМПАС-3D V20 // Руководство пользователя. – URL: <https://www.apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf>
2. Sadykov R, Pappas C, Banneberg LJ, et al. 1.5 GPa compact double-wall clamp cell for SANS and NSE studies at low temperatures and high magnetic fields. J Neutr Res. 2018;20:25–33.
3. Алямовский, А. А. SOLIDWORKS Simulation иFloEFD. Практика, методология, идеология / А. А. Алямовский. — Москва : ДМКПресс, 2018. — 658 с. — ISBN 978-5-97060-646-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131715>

УДК 539.4

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРОВ АНАЛИЗ ПРЕДЕЛОВ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРАХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Ермаков В.И., ассистент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация* В данной статье рассматривается важный аспект обеспечения безопасности научно-исследовательских экспериментов — создание надёжных условий для работы с камерами высокого давления (КВД) при экстремальных давлениях. Исследование подчёркивает ключевую роль, которую играют КВД в изучении мате-

риалов в высоко конденсированных состояниях, что, в свою очередь, позволяет исследователям получать уникальные данные о поведении материалов в экстремальных условиях. Однако такие эксперименты сопряжены с определёнными рисками, особенно при превышении пределов допустимого давления (ПДД), что может привести к аварийным ситуациям или разрушению экспериментальных установок.

Для снижения этих рисков и обеспечения безопасности экспериментаторов и оборудования необходимо точное определение ПДД КВД. В статье процесс оценки этого параметра осуществлялся с помощью метода конечных элементов (МКЭ), реализуемого в модуле APM FEM программного комплекса КОМПАС-3D. Применение этого метода позволяет выполнить детальные прочностные расчеты, учесть сложную геометрию моделей и определить критические условия, при которых КВД может выйти из строя. Основываясь на результатах моделирования, можно разработать меры, направленные на предотвращение аварийных ситуаций, и конструктивные рекомендации для повышения надежности КВД.

Таким образом, статья акцентирует внимание на необходимости комплексного подхода к изучению прочностных характеристик КВД и подчеркивает важность применения современных программных пакетов (ПП), для создания безопасных условий проведения исследований в области высоких давлений.

*Ключевые слова:* физика высокого давления, метод конечных элементов, камеры «поршень-цилиндр».

Целью данной работы является исследование ПДД, определяющих безопасные условия эксплуатации КВД. Под ПДД понимается максимальное давление, которое КВД может выдержать без риска структурного разрушения. Превышение этого значения ставит под угрозу не только оборудование, но и жизни учёных. Важно помнить, что ПДД зависит от материала, дизайна конструкции и воздействия внешних факторов, таких как температура.

Как не странно, надёжность КВД зависит не только от выбора материалов и дизайна конструкции, но и от использования современных инженерно-графических программ. Применение МКЭ в модуле APM FEM программного комплекса КОМПАС-3D, позволя-

ет проводить тщательное моделирование распределения напряжений в конструкции, выявлять потенциально опасные зоны и точно рассчитывать пределы безопасного давления. Такой подход существенно снижает риск проектных ошибок и позволяет оптимизировать конструкцию ещё на этапе проектирования.

Для моделирования была использована уже зарекомендовавшая себя компактная двухслойная КВД типа «поршень-цилиндр» рассчитанная на давление 1,5-2,2 ГПа. Эта камера ранее успешно применялась в экспериментах по малоугловому рассеянию нейтронов (SANS) и спектроскопии нейтронного спин-эха (NSE), проводимых при низких температурах и в условиях высоких магнитных полей[1].

Сперва необходимо создать её математическую модель, используя необходимые геометрические размеры КВД.

Благодаря хорошо изученным характеристикам, таким как пределы допустимого давления, геометрические параметры и механическая устойчивость материалов, данное устройство может служить надёжным эталоном для контроля. На рис. 1 представлена модель выбранной камеры.

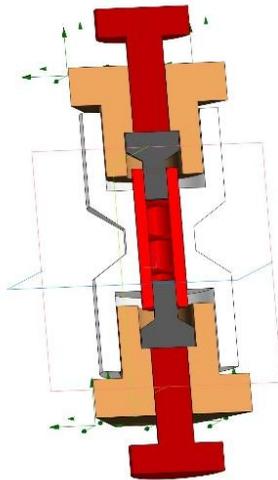


Рис. 1. Продольное сечение модели двухслойная КВД типа «поршень-цилиндр» рассчитанная на давление 1,5-2,2 ГПа.

Типовой цикл выполнения расчёта в АРМ FEM для КОМПАС-3D может быть представлен следующим алгоритмом операций с этой средой[2].

Первое что необходимо сделать, это подключить прикладную библиотеку АРМ FEM.

Определяем совпадающие поверхности. В случае твердотельной сборке необходимо программе дать понять, как в этой конструкции детали закреплены.

Дальше на этих совпадающих поверхностях определяем тип контакта. В текущей версии программы доступен жёсткий тип контакта, когда поверхности, условно говоря, неразделимо склеены и представляю монолит.

Когда мы определились с совпадающими поверхностями и дали программе понять, какие детали и как между собой они соединяются, необходимо указать условия нагружения.

Генерация конечно-элементной сетки (КЭ). Этот этап может происходить в автоматическом режиме, но пользователю необходимо указать шаг конечно-элементного разбиения (размер конечного элемента). Построение сетки происходит из 3-х, 4-х и 10-и узловых тетраэдров, если это твёрдые тела и треугольные и четырёхугольные пластины если это поверхности. Размер конечного элемента влияет на качество получаемой сетки, что напрямую влияет на результат. Результат генерации КЭ сетки представлены на рис.2.

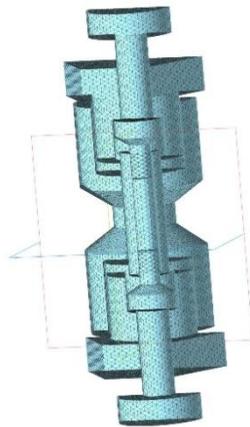


Рис. 2. Результаты генерации КЭ сетки

Результаты генерации КЭ сетки: запускаем необходимый тип расчёта. Выводим результаты расчёта. Картина деформированного, напряжённого и т.д. состояния. Анализируем степень работоспособности конструкции по выборке полученных отчётов прочностного анализа МКЭ, результаты представлены на рис. 3.

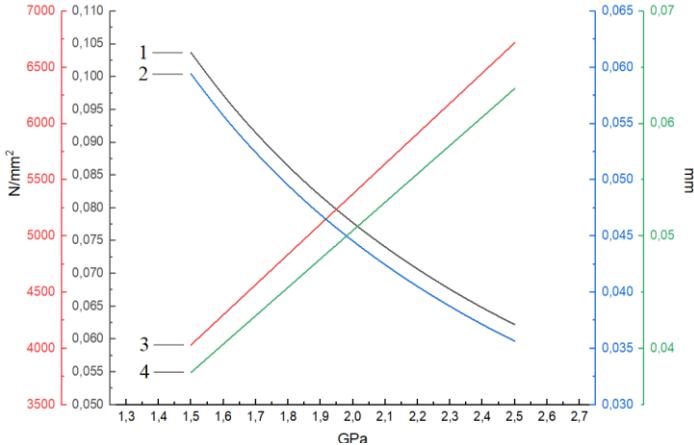


Рис. 3. Результаты проведения серии прочностных расчётов:  
 1 – Минимальный коэффициент запаса по прочности; 2 – Минимальный коэффициент запаса по пределу текучести; 3 – Максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]; 4 – Максимальное суммарное линейное перемещение [ $\text{mm}$ ]

Из графика видно, что коэффициент запаса по прочности уменьшается с увеличением давления – это отношение предельных напряжений в материале к допускаемым расчётным напряжений в конструкции [3]. Однако для оборудования, работающего при экстремальных условиях

Расчёты, откалиброванные на основе ранее собранных экспериментальных данных, не только подтвердили корректность вычисленных ПДД, но и позволяют с высокой точностью моделировать изменения прочностных характеристик камеры в процессе эксплуатации. Это не только обеспечивает достоверность результатов, но и даёт возможность прогнозировать динамику поведения материала

при предельных нагрузках, что делает эту методику универсальным инструментом для дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Sadykov R, Pappas C, Banneberg LJ, et al. 1.5 GPa compact double-wall clamp cell for SANS and NSE studies at low temperatures and high magnetic fields. JNeutrRes. 2018;20:25–33.

2. APM FEM. Версия для КОМПАС-3D V20 // Руководство пользователя. – URL: <https://www.apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf>

3. Сопrotивление материалов: учебное пособие / В. М. Герасимов, Е. И. Нижегородцев ; Забайкальский государственный университет. - Чита: ЗабГУ. 2022. - 337 с.

УДК 519.2

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ДЛЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

*Соколик Н.Л., канд. техн. наук, доцент,  
Климова И.В., аспирант*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются средства защиты от электромагнитных излучений при эксплуатации установок для магнитно-импульсной обработки

*Ключевые слова:* магнитно-импульсная обработка, электромагнитное поле, электромагнитное излучение

В современном машиностроении повышение долговечности инструментов, обеспечение требуемого уровня надежности достигается применением новых технологий. Преимущество отдается тем

технологиям, которые позволяют существенно повысить прочность, надежность и долговечность изделий машиностроения. Упрочнение инструментов достигается различными механическими, термическими, термомеханическими, термическими, лазерными, электромагнитными и другими методами.

Характерной особенностью современных технологических процессов обработки концентрированными потоками энергии является общий принцип работы технологического оборудования – прямое преобразование электрической или другой энергии в энергию технологического воздействия, основанного на структурных и фазовых превращениях в обрабатываемом материале. Новые технологические процессы достаточно обособлены от традиционных методов обработки в машиностроении, поскольку основаны на существенно иных физических и технологических принципах.

В Самарском университете на кафедре обработки металлов давлением сформирована научно-исследовательская лаборатория, в которой разрабатываются специальные методы штамповки, среди них основное место занимает магнитно-импульсная обработка металлов. Учеными лаборатории разработан типовой ряд магнитно-импульсных установок.

Опыт промышленного освоения отдельных технологий обработки концентрированными потоками энергии показал, что применение магнитно-импульсной обработки повышает прочность и долговечность режущих инструментов. Однако применение электромагнитного поля в технологиях связано с интенсивным и длительным воздействием на организм работника, эксплуатирующего установку для магнитно-импульсной обработки [2].



Рис. 1. Установки для магнитно-импульсной обработки, разработанные Самарским университетом

Наиболее опасным для организма является тепловое действие электромагнитного поля.

Но необходимо учитывать, что уровень электромагнитного излучения, даже не вызывающий теплового воздействия, может повлиять на самые важные функциональные системы организма, такие как нервная, иммунная и эндокринная системы.

В связи с этим при эксплуатации установок для магнитно-импульсной обработки устанавливается предельно допустимый уровень напряженности действующего электрического поля, который не должен превышать 25 кВ/м.

В том случае, если существует производственная необходимость нахождения работника в электрическом поле напряженностью выше 25 кВ/м, нужно ограничивать нахождение персонала в опасной зоне временем, не превышающем 10 минут.

Допустимое время нахождения в зоне электромагнитного поля (Т) при напряженности от 5 до 20 кВ/м рассчитывается следующим образом:

$$T = \frac{50}{E} - 2,$$

где E – уровень напряженности электрического поля, кВ/м.

Кроме ограничений по предельно допустимому уровню напряженности действующего электромагнитного поля, применяются инженерно-технические средства защиты от электромагнитных излучений.

В качестве инженерно-технических средств защиты используется заземление, защитные экраны и специальные поглотители мощности.

Защитные экраны могут быть отражающими или поглощающими. Применение таких экранов основано на отражении или поглощении электромагнитных волн при переходе из одной среды в другую. Это приводит к снижению энергии электромагнитного поля, которое прошло через экран.

Материалы для экранов должны иметь высокую электропроводность. В основном это металлические или металлосодержащие материалы. Чаще всего для изготовления экранов применяют стальные или

медные пластины, металлические ленты, тонколистовую фольгу, металлические соты, тонкую проволочную сетку и тонкую фольгу.

При проведении экспериментальных исследований было установлено, что наибольшее экранирование электромагнитного поля достигается при использовании таких материалов, как медь и резина [1].

Таким образом, экранирование является доступным методом снижения вредного влияния импульсного электромагнитного поля.

Для дополнительного снижения вредного воздействия необходимо увеличивать расстояние между источником магнитного поля и работником, который эксплуатирует установку для магнитно-импульсной обработки.

### Список литературы

1. Любомудров, А.А. Основы безопасности при работе с источниками электромагнитных полей. – М.: Ин-т безопасности труда, 2011. – 118 с.
2. Раздорожный, А.А. Безопасность производственной деятельности: учеб.пособие – М.: ИНФРА-М, 2003 - .208 с.

УДК 621.9.02

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СБОРНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

*Климова И.В., аспирант*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются способы совершенствования конструкций сборного режущего инструмента, оснащенного со сменными многогранными пластинами (СМП)

*Ключевые слова:* сборный режущий инструмент, сменные многогранные пластины, механическая обработка резанием

В современной металлообрабатывающей промышленности необходимо совершенствование режущего инструмента для обеспечения надежности его работы, снижения издержек и повышения конкурентоспособности производства. В настоящее время широкое применение получили сборные инструменты со сменными многогранными пластинами (СМП) при всех видах механической обработки резанием.

Инструменты, оснащенные сменными многогранными пластинами по сравнению с напайными, имеют следующие преимущества:

- более высокие прочность, надежность и стойкость;
- меньшие расходы на смену и утилизацию пластин;
- меньшие простои оборудования при замене и наладке инструмента, что особенно важно при эксплуатации современных дорогостоящих станков с ЧПУ и автоматических линий;
- меньшие потери остродефицитных материалов (вольфрама, кобальта, тантала и др.) за счет увеличения возврата пластин на переработку.

Недостатки инструментов, оснащенных сменными многогранными пластинами следующие:

- высокая стоимость из-за их высокой точности, а, следовательно, высокой трудоемкости изготовления пластин и инструмента в целом;
- повышенные габариты корпусов инструментов из-за необходимости размещения в них элементов крепления пластин;
- невозможность полного обеспечения оптимальной геометрии режущей части инструмента из-за заданной формы пластин и условий их крепления; меньшая жесткость.

Совершенствование конструкций сборного режущего инструмента, оснащенного сменными многогранными пластинами (СМП), происходит в следующих основных направлениях:

- совершенствованием инструментальных материалов, износостойких покрытий и форм режущих пластин;
- с совершенствованием конструкций корпуса режущих инструментов;
- поиск оптимального взаимного расположения режущих кромок, позволяющего повысить показатели производительности либо качества обработки.

В настоящее время разработан ряд новых инструментальных материалов. Разработаны многослойные покрытия, обеспечивающие высокую стойкость к срыву и отслаиванию, снижение сил трения. В процессе механической обработки существует проблема образования сливной стружки, которая может наматываться на инструмент, заготовки и технологическую оснастку. Использование элементов, позволяющих завивать и ломать стружку, сравнительно простой формы не всегда обеспечивает дробление стружки для всех режимов резания и различных видов обрабатываемых материалов [2].

В развитии конструкций корпуса сборных режущих инструментов режущих инструментов перспективными являются несколько направлений. Во время обработки необходимо обеспечить однозначное базирование и надежное закрепление режущих пластин. Отклонения формы базовых поверхностей пластин, а также гнезд корпусов сборных инструментов приводит к возникновению повышенных напряжений при закреплении. Возникновение дополнительных напряжений от действия силы резания и больших градиентов температур могут вызвать деформацию стенок гнезда, и привести к поломке режущей пластины. Для снижения таких деформаций на нижней и боковых стенках гнезда предложено выполнять контактные участки в виде кольцевых выступов, полученных при внедрении в нижнюю и боковые стенки гнезда вращающегося индентора в виде конуса, пирамиды, или сферы (рисунок 1).

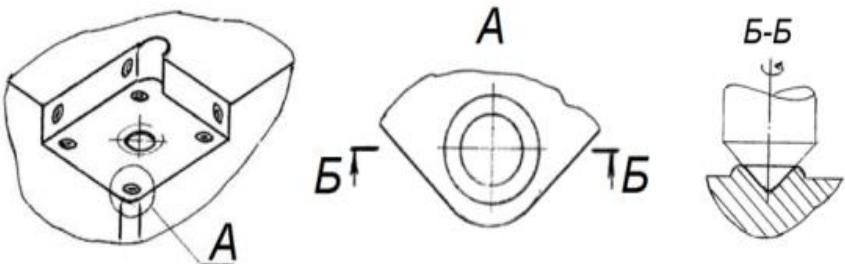


Рис.1. Гнездо сборного режущего инструмента

На надежность закрепления пластины в корпусе инструмента большое влияние оказывает конструкция зажимных элементов корпуса [2].

При обработке деталей инструментом, имеющим режущие пластины с круглыми режущими кромками, может произойти произвольный поворот пластины вокруг своей оси. Также радиальные и осевые силы резания, действующие на режущую пластину, которая закреплена только крепежным винтом ограничивают применение подобного инструмента. Поэтому разрабатываются корпуса инструментов со специальными устройствами для однозначного закрепления пластин. Конструкция таких инструментов предусматривает технологическое занижение гнезда для более плотного прилегания пластины и шарик-фиксатор, ограничивающий вращение пластины вокруг своей оси (рисунок 2).

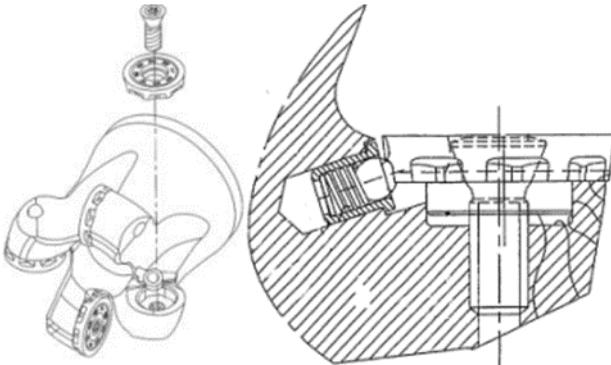


Рис.2. Устройство для закрепления режущей пластины

Большую роль в поиске оптимального расположения режущих кромок играет развитие методов расчета и автоматизированного проектирования инструмента. Известные работы в данной области в основном направлены на развитие расчетных методов и автоматизацию проектирования инструментов конкретных видов [1].

Анализ существующей технической литературы в области совершенствования конструкций сборного режущего инструмента, оснащенного СМП показал, что в настоящее время значительное число исследований направлено на совершенствование инструмен-

тальных материалов, применяемых при изготовлении СМП, износостойких покрытий и конструкций СМП. Интенсивно ведутся работы в направлениях совершенствования конструкций корпусных деталей сборного инструмента, крепежных элементов, позволяющих повысить надежность закрепления и обеспечивающих снижения градиентов напряжений в СМП.

### Список литературы

1. Гречишников В.А. Наука и искусство системного моделирования инструментального обеспечения машиностроительных производств. Монография. – М.: Издательство «КУРС», 2016. – 376 с.
2. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Кокарев В.И., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: Учебник для вузов / под редакцией С.В. Кирсанова – 2-ое изд. Доп. М.: Машиностроение, 2005 - 528 с.

УДК 629.78+621.382.049.77

## ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Рожков А.Н., старший преподаватель,  
Ростовцев Р.М., начальник научно-производственного центра  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье описаны современные методы обнаружения дефектов паяных изделий и приведены результаты исследований паяных соединений для реальных устройств Технологии в электронной промышленности, № 3'2012 электро-радиоаппаратуры.

*Ключевые слова:* цифровой микроскоп, дефекты пайки.

Процесс пайки оплавлением имеет приоритетное значение для сборки электронных компонентов, как для пайки компонентов по технологии поверхностного монтажа (SMD), так и для пайки по технологии навесного монтажа.

Стадия оплавления, при которой температура поднимается выше точки плавления припоя, обычно более 200 °С. Припой достигает полностью жидкого состояния, образуя надежные соединения между выводами компонентов и контактными площадками печатной платы. Время выдержки, время, в течение которого припой остается жидким, необходимо тщательно контролировать, чтобы не повредить радиоэлектронные компоненты и обеспечить паяное соединение полностью работоспособным.

На ступени охлаждения расплавленный припой затвердевает, образуя прочные соединения. Сборка охлаждается с помощью окружающего воздуха или механизмов охлаждения. Контролируемое охлаждение предотвращает тепловой удар и обеспечивает надежные паяные соединения.

Достижение равномерного распределения температуры по печатной плате является серьезной проблемой, так как размеры, масса и различия материалов компонентов могут привести к неравномерному нагреву. Кроме того, некоторые компоненты, такие как керамические конденсаторы и массивы шариковых сеток, чувствительны к термическим нагрузкам и требуют тщательного контроля скорости нагрева и охлаждения для поддержания надежности.

«Холодная» пайка на печатной плате может привести к ненадежному электрическому контакту, помехам в передаче сигнала или к полному выходу из строя изделия.

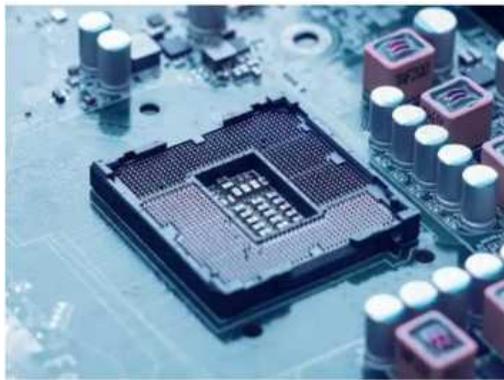


Рис. 1. Пример печатной платы электро-радио аппаратуры

Вот некоторые часто используемые методы обнаружения виртуальной пайки:

1. Визуальный осмотр

- Внимательно осмотрите паяные соединения с помощью увеличительного стекла или микроскопа, чтобы убедиться в отсутствии недостаточной пайки, шариков припоя, трещин или виртуальной пайки.

- Форма паяного соединения. Хорошо спаянные соединения должны иметь ровную круглую форму, в то время как дефектные паяные соединения могут, иметь неправильную форму или не имеют блеска.

2. Проверка на прочность закрепления деталей

- Встряхните платы с компонентами рукой и проверьте, нет ли ощущения непрочности или дрожания элементов на плате. Компоненты с «холодной» пайкой обычно заметно трясутся.

3. Электрические испытания

- Проверьте величину сопротивления с помощью мультиметра, измерив сопротивление паяных соединений, при этом дефектные паяные соединения могут иметь аномально высокое переходное сопротивление.

- функциональное тестирование: проверьте работу схемы и наблюдайте за любыми отклонениями от нормы, пока схема находится в нормальном рабочем состоянии.

4. Тепловизионное обнаружение

- При использовании тепловизионного устройства для определения распределения температуры печатной платы в процессе эксплуатации в дефектных паяных соединениях часто наблюдаются аномальные температуры из-за плохого контакта.

5. Испытание на вибрацию

- Проведите виброиспытание печатной платы, чтобы определить, нет ли сбоя в работе каких-либо компонентов из-за «холодной» пайки.

6. Ультразвуковой контроль

- Используйте ультразвуковые волны для определения внутренней структуры паяных соединений и их надежности.

7. Рентгеновский контроль

- Рентгенография для сложных многослойных печатных плат позволяет обнаружить скрытые дефектные паяные соединения.

#### 8. Оптимизация процесса пайки

- Подберите параметры пайки таким образом, что температура пайки, время и материал припоя выбраны надлежащим образом, что уменьшает вероятность возникновения «холодной» пайки.

- Перед пайкой используйте флюс, чтобы ускорить растекание припоя и улучшить качество паяного соединения.

#### 9. Регулярное техническое обслуживание и проверка

- Регулярное техническое обслуживание и инспекция электронных устройств, своевременное выявление и устранение проблем с появлением дефектных паяных соединений.

#### 10. Обучение и стандартизация

- Регулярно проводите обучение персонала, чтобы убедиться, что он владеет правильными методами пайки.

- Разработайте и соблюдайте стандартные рабочие процедуры для обеспечения качественной пайки.

Одно из преимуществ технологии поверхностного монтажа компонентов — это возможность визуального контроля качества пайки. На протяжении многих лет основным инструментом для выполнения этой задачи является стереоскопический микроскоп. Он позволяет не только увидеть каждый контакт с большим увеличением, но и оценить его форму, благодаря объемному отображению. Однако, несмотря на серьезные усовершенствования стереомикроскопов, например, создание без окулярных систем, у них есть принципиальные недостатки, ограничивающие их применение. Традиционные микроскопы, как правило, «смотрят» на объект только сверху. И оператор вынужден весь день работать в одной и той же позе, прильнув глазами к окулярам или линзе, что создает чрезмерную нагрузку на глаза и отражается на состоянии его позвоночника. Кроме того, без подключения внешней камеры невозможно цифровое документирование.

Гораздо удобнее осуществлять визуальный контроль с помощью видеомикроскопа, особенно, если он построен на базе камеры высокого разрешения с четкой картинкой и естественной цветопередачей, например, видеосигнала на Full-HD монитор. При обнаружении дефекта оператор останавливает столик и с помощью. Если

нужно задокументировать дефекты, лучше подключать камеру не к монитору, а к компьютеру с FullHDплатой видео захвата. Видео-микроскоп позволяет обнаружить любые характерные дефекты пайки или печатной платы, такие как непропай из-за отсутствия полной смачиваемости контактной площадки или вывода, микро-трещины и отслоения в печатных проводниках и компонентах, недостаток или избыток припоя на контактах, перемычки, загрязнения, смещение компонентов, шарики припоя, «холодную» пайку, окисление контакта от перегрева и многое другое. Сохраненная фотография дефекта может быть добавлена в заключение ОТК, или ее можно переслать поставщику проблемного изделия. Под контролем видеомикроскопа также удобно выполнять точные операции, например, пайку миниатюрных компонентов. При этом человек может работать в удобной для него позе, поскольку при необходимости увидеть увеличенное изображение ему достаточно перевести взгляд с объекта на монитор, а не заглядывать в микроскоп, теряя при этом рабочую точку. Все вышесказанное относится к стационарному видеомикроскопу, установленному на штативе.

Особенность цифровых видеомикроскопов заключается в том, что они позволяют не только визуально контролировать объект, сохраняя изображения, но и выполнять бесконтактное измерение объекта с точностью до 1,2 мкм. Для этого перед операцией необходимо проделать несложную процедуру калибровки с помощью калибровочной линейки.

Рассмотрим пример получения паяных соединений при установке микросхем, приведенных на рис. 2,а -д., с применением автоматических методов припаивания (с применением паяльной пасты) [1].

При таком способе проведения припаивания электрорадио-компонентов обеспечивается минимальное количество дефектных паяных соединений и обеспечивается высокая производительность, но требуется использование дорогостоящего оборудования и тщательный подбор режимов пайки. В основном такой вид пайки может применен при для изделий с SMDмонтажом.

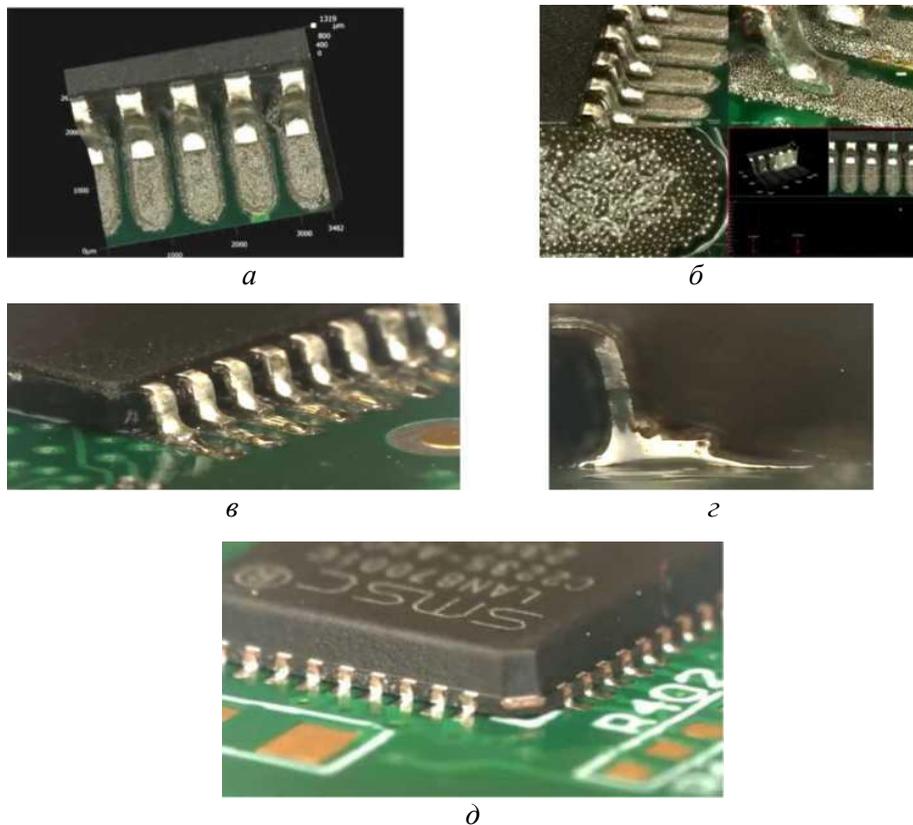


Рис. 2. Различные этапы автоматизированной пайки с применением паяльной пасты

При работе с изделиями, имеющими навесной монтаж, или как разновидность “объемнонавесной” монтаж процесс автоматизации крайне затруднителен, в связи с необходимостью поддерживать изделие с различными углами поворота относительно оператора. Однако процесс контроля с использованием видеомикроскопа позволяет выявить недостатки при проведении пайки и выполнить операции по устранению дефектов [2]. Полученные результаты исследования паяных изделий при “объемно-навесном” монтаже приведены на рис. 3 - рис. 6 с указанием обнаруженных дефектов.

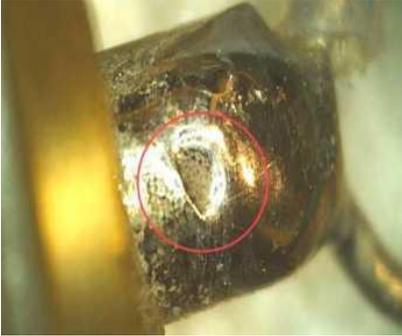


Рис. 3. Свищ в месте пайки



Рис. 4. Излишек припоя в зоне пайки



Рис. 5. Недолив припоя в контакте



Рис. 6. Щель в контакте

Таким образом, применение цифровых микроскопов позволяет осуществить всесторонний контроль пайки, как для изделий с SMDмонтажом, так и для изделий с навесным монтажом, к тому же возможна и видеофиксация. Однако, результат контроля устройства все равно сохраняет какую-то долю субъективности, поэтому требуется соединить цифровой микроскоп с системами обработки технического зрения на уровне распознавания годности или негодности изделия.

### Список литературы

1. Видео дня: как выглядит пайка под микроскопом  
<https://hi-tech.mail.ru/news/115140-video-dnya-kak-vyglyadit-pajka-pod-mikroskopom>
2. Визуальный контроль качества пайки с помощью видеомикроскопа Технологии в электронной промышленности, №3'2012, с. 74 – 77.

УДК 006.78

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*Кузнецов Д.А., руководитель группы ТО и С УИТО  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются преимущества и перспективы использования моделирования робототехнических комплексов помощью искусственного интеллекта.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, робототехнические комплексы, математическое моделирование.

Моделирование робототехнических комплексов с использованием генерации искусственного интеллекта (ИИ) представляет собой актуальное направление в области робототехники и автоматизации. Это сочетание технологий позволяет создавать более эффективные и адаптивные системы, которые могут решать сложные задачи в различных областях, таких как промышленность, медицина, сельское хозяйство и многие другие.

Применение алгоритмов ИИ для реализации адаптивного управления предоставляет роботам возможность принимать самостоятельные решения в реальном времени, что значительно увеличивает их эффективность и гибкость в различных условиях.

Основные подходы и методы

1. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning-RL)[1]:

- Алгоритмы обучения с подкреплением позволяют роботам учиться на основе взаимодействия с окружающей средой. Роботы получают вознаграждения или штрафы в зависимости от своих действий, что помогает находить оптимальные стратегии.

- Например, автономный робот может научиться навигации в сложной среде, оптимизируя свои маршруты и избегая препятствий.

## 2. Динамическое планирование траекторий:

- Использование ИИ для динамического планирования позволяет роботам адаптироваться к изменяющимся условиям в реальном времени, корректируя свои пути и действия в зависимости от новых данных.

- Адаптивное планирование часто включает в себя алгоритмы, такие как A\*, Dijkstra [2] или их расширенные версии, которые могут использовать машинное обучение для улучшения производительности.

## 4. Компьютерное зрение и сенсорная обработка:

- Использование компьютерного зрения и обработки сигналов позволяет роботам оценивать окружающую среду и принимать решения на основе полученных данных. Например, робот может идентифицировать объекты или людей, анализировать их поведение и соответственно реагировать.

- Модели глубокого обучения (например, свёрточные нейронные сети) широко применяются для распознавания объектов и классификации.

## 5. Адаптивные системы управления:

- Алгоритмы ИИ могут обучаться на основе исторических данных и текущих состояний системы для улучшения управления. Это может включать в себя управление движением, манипуляциями и взаимодействиями с другими системами.

- Примеры таких алгоритмов включают PID-регуляторы с элементами машинного обучения, где параметры регуляторов адаптируются в зависимости от условий.

### Примеры применения

#### 1. Автономные автомобили

- Используют множество сенсоров и алгоритмов ИИ для принятия решений о вождении в реальном времени, таких как изменение скорости, выбор маршрута и избегание препятствий.

#### 2. Дроны

- Адаптивные алгоритмы управления позволяют им выбирать маршруты и выполнять задачи (например, мониторинг, фотографирование или доставка грузов) с учетом изменения окружающей среды.

### 3. Промышленные роботы.

- Могут адаптироваться к изменяющимся условиям на производственной линии, получая информацию от датчиков о состоянии оборудования и изменяя свои действия по мере необходимости[3].

### 4. Роботы-помощники.

- В домашних условиях такие роботы могут адаптироваться к привычкам пользователей, изучая их поведение и предпочтения для более персонализированного обслуживания.

Понятие искусственного интеллекта (ИИ) включает в себя разработку алгоритмов и моделей, которые позволяют машинам выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта. Существует несколько подвычислительных направлений внутри ИИ:

1. Машинное обучение (ML): Использует основе статистических методов для создания моделей, которые учатся из данных.

2. Глубокое обучение (DL): Подкатегория машинного обучения, использующая многослойные нейронные сети для обработки больших объемов данных, особенно эффективна в задачах, связанных с изображениями и звуком.

Компьютерное зрение — это область, занимающаяся тем, чтобы дать компьютерам возможность извлекать информацию и интерпретировать изображения и видео. Она использует алгоритмы ИИ, чтобы автоматизировать анализ изображений. Основные задачи включают:

1. Распознавание объектов: Выявление и классификация объектов на изображениях. Это позволяет системам определять, что находится на изображении (например, лица, автомобили, животные).

2. Сегментация: Разделение изображения на различные области для получения подробной информации о каждом объекте.

3. Определение позы: Анализ позы людей или объектов для дальнейшей интерпретации движений или действий.

4. Слежение: Отслеживание движения объектов в последовательных кадрах видео.

Примеры применения компьютерного зрения:

- Автономные автомобили используют компьютерное зрение для распознавания дорожных знаков, пешеходов и других участников движения.

- В медицине технологии компьютерного зрения помогают анализировать медицинские изображения для диагностики заболеваний.

Сенсорная обработка включает в себя сбор данных с различных датчиков и их интерпретацию. Сенсоры могут включать:

1. Камеры: Для захвата изображений и видео.
2. Лидары: Для определения расстояний до объектов и создания 3D-карт.
3. Ультразвуковые сенсоры: Для измерения расстояний с помощью звуковых волн.
4. Инфракрасные сенсоры: Для определения температуры или выявления объектов по теплоте.

Обработка данных из сенсоров включает фильтрацию, преобразование и анализ собранной информации, чтобы выделить полезные данные и уменьшить шум. Эти данные могут затем использоваться алгоритмами ИИ и компьютерного зрения для принятия решений.

Совместное использование ИИ, компьютерного зрения и сенсорной обработки приводит к созданию мощных и адаптивных систем.

1. Сенсоры собирают данные о окружающей среде (дорожное покрытие, другие автомобили, пешеходы).
2. Компьютерное зрение обрабатывает изображения и видео от камер для распознавания объектов.
3. ИИ использует эти данные для принятия решений о движении (например, смена полосы, остановка, объезд препятствий).

Примеры успешных приложений

1. Автономные транспортные средства: Используют сенсоры (лидары, камеры) для создания 3D-карт окружающей среды и применения алгоритмов ИИ для распознавания объектов.
2. Медицинская визуализация: Алгоритмы компьютерного зрения помогают распознавать и классифицировать аномалии на рентгеновских снимках или МРТ.
3. Безопасные системы наблюдения: Используют ИИ для автоматического слежения за подозрительными действиями в реальном времени.

### Заключение

Использование алгоритмов ИИ для реализации адаптивного управления в робототехнике открывает новые возможности для создания более автономных и эффективных систем. Это позволяет роботам не только реагировать на изменения в окружающей среде, но и обучаться на основе своего опыта, что делает их более универсальными и способными к выполнению сложных задач.

### Список литературы

1. Iplikci, S.: Support vector machines–based generalized predictive control. *Int. J. Robust Nonlinear Control* 16(17), 843–862 (2006). <https://doi.org/10.1002/rnc.1094>
2. Matsuoka, K.: Sustained oscillations generated by mutually inhibiting neurons with adaptation. *Biol. Cybern.* 52(6), 367–376 (1985). <https://doi.org/10.1007/BF00449593>
3. Fang, Y., Hu, J., Liu, W., Chen, B., Qi, J., Ye, X.: A cpg-based online trajectory planning method for industrial manipulators. In: *Conference Proceedings 2016 Asia-Pacific Conference on Intelligent Robot Systems (ACIRS)*, pp. 41–46 (2016)

УДК 161.444

## К ВОПРОСУ О ПОРШНЕВОЙ МАШИНЕ ПОТАПОВА

*Потапов С.И., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация:* В статье рассматривается принцип построения поршневой машины, история ее создания.

*Ключевые слова:* бесшатунный механизм, одноцилиндрованный двигатель, эффект клиннения

До недавнего времени оставались неясными причины эффекта «клина» бесшатунного механизма, который мог проявиться сразу после сборки двигателя или в процессе его работы под нагрузкой после полного прогрева. По мнению авторов работ, [1-3] основную роль

играло отсутствие методологии назначения номинальных размеров звеньев механизма и не учёт некоторых конструктивных факторов работы ползунков в напряжённо-деформированном состоянии. Кроме того, при проектировании не было уделено достаточного внимания конструктивным мерам, компенсирующим температурные деформации и производственные погрешности. Там, где эффект «клина» давал о себе знать, требовалось проведение доводочных работ, а это серьёзное препятствие для крупносерийного производства.

При разработке конструкции предпринята попытка совместить несомненные достоинства бесшатунного двигателя с его конструктивными изменениями, направленными на повышение технологичности и надёжности при эксплуатации, за счёт устранения избыточных связей, при этом используется матричный метод структурного анализа механизмов.

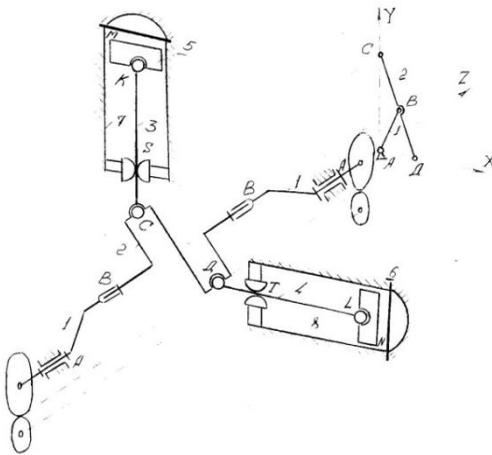


Рис. 1. Кинематическая схема поршневой машины

1 – выходные валы с кривошипами; 2 – коленчатый вал; 3, 4 – шатуны;  
5, 6 – поршни; 7, 8 – гильзы цилиндров.

Кинематические пары. Вращательные – А; В; С; Д; К; Л  
Поступательные – М; Л; S; Т

Для достижения поставленной задачи во вновь проектируемом двигателе были внедрены следующие изменения:

- шатун соединён с поршнем посредством сферического шарнира двухстороннего действия;
- шатун установлен на шатунную шейку коленчатого вала при помощи сферического подшипника, внешняя обойма которого укреплена в шатуне, а внутренняя его обойма охватывает шатунную шейку. Чтобы установить подшипник на шатунную шейку коленчатый вал делают разъемным состоящим из собственно вала и двух кривошипов, устанавливаемых на вал по прессовой посадке;
- шатун охвачен направляющим элементом, обеспечивающим возможность углового смещения (перекоса) шатуна относительно оси цилиндра, причём направляющий элемент укреплен относительно цилиндра и картера в зоне сопряжения их внутренних поверхностей.

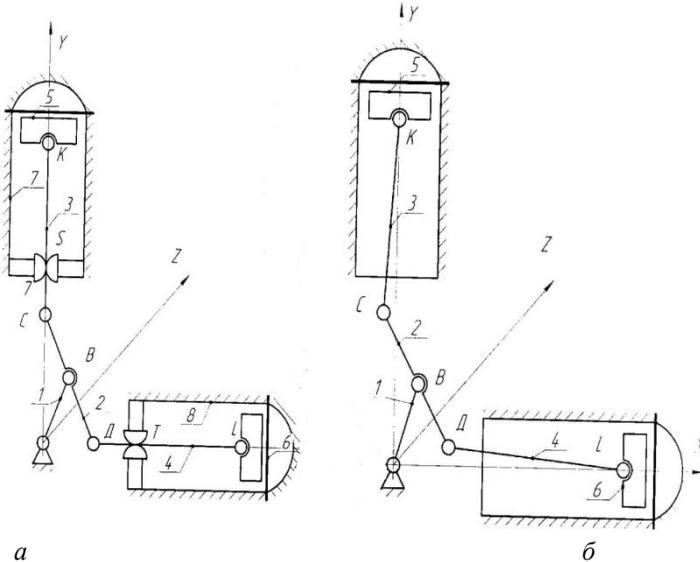


Рис. 2. Кинематическая схема установки упора шатуна:  
*а* - с упором, *б* - без упора: 1 – выходные валы с кривошипами; 2 – коленчатый вал; 3, 4 – шатуны; 5, 6 – поршни; 7, 8 – гильзы цилиндров.

Кинематические пары: вращательные - *A; B; C; Д; K; L*;  
 поступательные - *M; L; S; T*

Чтобы подтвердить правильность заявленного технического решения [4], в матричном виде был проведён расчёт по определению количества избыточных связей на двухцилиндровом бесшатунном двигателе-аналоге и двухцилиндровом двигателе разрабатываемой

конструкции. Результаты были следующие: на бесшатунном двигателе числа избыточных кинематических связей было равно девяти, а на разрабатываемом двигателе избыточных связей не было совсем.

Опираясь на расчёты проф. Третьякова В.М и внося изменения в конструкцию бесшатунного двигателя-аналога озвученные выше, была подана заявка на изобретение и получен патент [5], получивший название «Поршневая машина Потапова» по фамилии автора изобретения.

В настоящее время ведутся работы по созданию действующей модели двигателя по запатентованной конструкции рисунок 1,2. Для этой цели были использованы два двигателя от бензопилы «Дружба-4». Из двух одноцилиндрованных двигателей был собран один V-образный двигатель с углом развала  $143^\circ$ . От двигателей бензопилы «Дружба-4» использованы два картера, две головки и две гильзы цилиндров, два карбюратора и два глушителя, два поршня и поршневые пальцы. Оригинальные конструкции коленчатого вала, шатунов и других деталей изготовлены или находятся в процессе изготовления на ОАО «ЗиД».

Кинематическая схема заявленной конструкции поршневой машины представлена на рисунке 1 и 2. На рисунке 1 изображена кинематическая поршневой машины в изометрии. А рисунок 2 демонстрирует необходимость установки направляющего элемента, чтобы предотвратить заваливание шатуна в плоскости XO.Y.

### Список литературы

1. Баландин, С.С. Бесшатунные поршневые двигатели внутреннего сгорания. М. Машиностроение. 1968 г.
2. Ворогушин, В.А. Устранение эффекта клиннения в бесшатунном механизме С.С. Баландина. М. Автомобильная промышленность №2009.
3. Симонов, В.Н., Сурак С.С. Размерные цели бесшатунного механизма ДВС С.С. Баландина. Анализ работоспособности механизма. М.: Грузовик. №10.2008.
4. Третьяков, В.М. Матричный метод определения избыточных связей и подвижностей в механизме // Известия вузов. Машиностроение – 1996. -№10-12; Бил. №28. Поршневая машина Потапова.

5. Патент РФ «Поршневая машина Потапова» №2756798 от 051021 Бил. №28.

УДК 006.78

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РАБОЧЕЙ СЦЕНЫ СИСТЕМОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

*Слухов С.А., аспирант;*

*Симаков А.Л., д-р техн. наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются преимущества и перспективы использования технического зрения в роботизированной сборке изделий.

*Ключевые слова:* техническое зрение, роботизированная сборка, бесконтактные средства измерения.

Сборка – заключительный этап производства, определяющий качество изделий. Сборка значительно влияет на повышение эффективности производства. Уровень автоматизации сборочных работ является крайне низким и повышается крайне медленно. Немалая проблема для автоматической сборки это – постоянно возрастающая точность соединений.

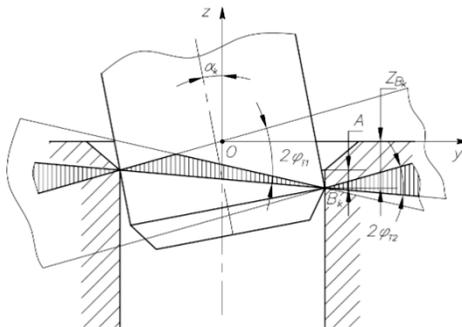


Рис. 1 Схема возникновения сил трения при контакте деталей в малых зазорах

В процессе роботизированной сборки возникают осевые или угловые погрешности положения деталей из-за неточности движений робота-манипулятора, недостаточной повторяемости робота, а также геометрических погрешностей деталей. Для корректирования этих погрешностей необходимо точное движение, известное как адаптация движения, которое может быть достигнуто либо за счет активной или пассивной адаптации, либо за счет их комбинации.

Активную адаптацию следует применять в процессах сборки с высокой точностью и малыми зазорами. Метод активной адаптации основан на управлении с обратной связью на основе использования силомоментных датчиков или технического зрения. Однако теоретические основы роботизированной сборки с активной адаптацией пока остаются недостаточно разработанными.

Заклинивание может происходить из-за возникновения значительных сил трения скольжения в местах контакта деталей при малых зазорах (рис. 1). С целью повышения эффективности сборки применяют различные способы уменьшения трения. Применение алгоритма управления промышленным роботом на основе силомоментного очувствления необходимо для расширения технологических возможностей роботизированной сборки. Реализация процессов на основе позиционно-силового управления позволит исключить вероятность заклинивания при наличии погрешностей положения деталей. Применение позиционно-силового управления позволит идентифицировать положение вала и втулки, а, следовательно, скорректировать положение устанавливаемой детали для исключения явления заклинивания.

Первым требованием к роботу для выполнения задач при постоянном контакте с окружающей средой является подходящий контроллер низкого уровня. Первый выбор — между явным или неявным управлением силами. Для явного управления, где задается желаемый уровень силы, классический контроллер силы или часто гибридный контроллер силы/позиции [1] является обычным выбором; в классической версии ПИ-регулятор с высокочастотными обновлениями пытается поддерживать силу, прикладываемую роботом, на желаемом уровне.

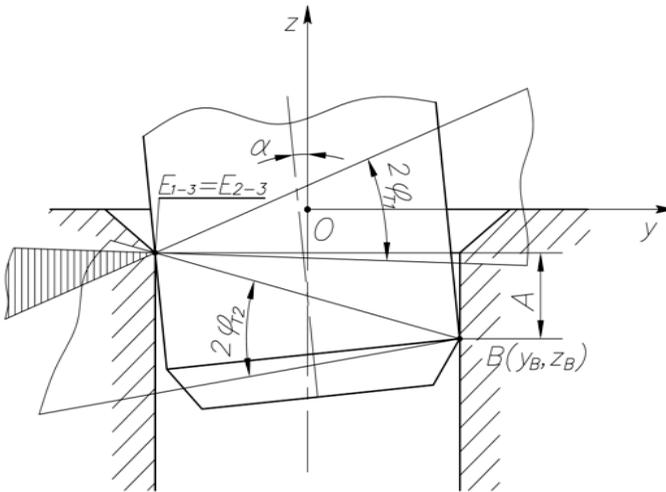


Рис. 2 Схема для установления условий гарантированного заклинивания соединяемых деталей

Неявное управление контактными силами часто называют соответствием. Для создания соответствия с помощью программного обеспечения популярным выбором является управление импедансом [2], где допускается отклонение от желаемой траектории, что позволяет выполнять как свободное пространство, так и контактные движения без переключения контроллера. Соответствие также может быть создано с помощью механического устройства, такого как привод переменной жесткости (VSA) или относительно новой области мягкой робототехники [3]

В то время как иногда весь навык представлен на уровне управления, часто используется представление более высокого уровня, которое затем передает команды контроллеру. Существует много способов формирования этих представлений, и они могут быть иерархическими даже за пределами уровня управления.

Планирование, или планирование движения, является классическим методом планирования движения робота на основе известной информации с избеганием препятствий. В то время как точное планирование для контактных задач затруднено, существуют различные современные методы, которые могут этого достичь.

В LfD базовое предположение заключается в том, что человек-пользователь может эффективно выполнять навык, и что передача навыка роботу приводит к успешному и эффективному выполнению. Наконец, RL в настоящее время является очень популярным методом машинного обучения, где алгоритм активно ищет хорошее решение.

Чтобы робот выполнил навык для выполнения задачи, робот должен иметь представление навыка, по сути, отображение требований задачи и обратной связи датчика на входы контроллера. Это отображение часто называют политикой, которая сообщает роботу, какое действие предпринять при получении сенсорных входов  $h$  в состояниях, тем самым отдавая команду контроллеру нижнего уровня применить определенные силы или переместиться в определенное место с действием  $u$ . Таким образом, политика отображает состояние и входные данные датчика  $h$  в действия  $h = \pi(h(x))$ . В своей самой простой форме может быть дискретным набором пар состояние-действие, но это осуществимо только в небольших задачах. Таким образом, часто является сжатым представлением таких пар состояние-действие.

Политики часто являются иерархическими, что означает, что политика  $\Pi$  сначала выбирает  $\pi_1$  либо  $\pi_2$  примененная к политике  $(h(x))$ , затем  $\pi_1$  либо  $\pi_2$  дает команды, которые контроллер нижнего уровня может интерпретировать.

### Список литературы

1. Raibert M.H., Craig J.J. Hybrid position/force control of manipulators. *J. Dyn. Syst. Meas. Control*, 103 (2) (1981), pp. 126-133
2. Hogan N. Stable execution of contact tasks using impedance control 1987 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), IEEE (1987), pp. 1047-1054
3. Chin K., Hellebrekers T., Majidi C. Machine learning for soft robotic sensing and control. *Adv. Intell. Syst.*, 2 (6) (2020)

**СЕКЦИЯ 2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ,  
МЕТОДИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 519.2

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Фёдоров А.Ф., канд. психол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»;  
ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва*

*Аннотация.* В статье показано, что в числе основных элементов безопасности предприятия оборонно-промышленного комплекса являются: информационная безопасность, кадровая безопасность, правовая безопасность, экологическая безопасность, инженерно-техническая безопасность, экономическая, физическая безопасность.

*Ключевые слова:* безопасность, организация, предприятие, работник, аспект безопасности.

Безопасность – это такое состояние, без которого не могут нормально развиваться предприятия оборонно-промышленного комплекса. Проблема безопасности предприятий оборонно-промышленного комплекса в настоящее время становится все более приоритетной в жизни нашего общества. «Аспект безопасности» в контексте наук относится к рассмотрению целостности и защиты от угроз предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Объектами безопасности являются личность и общество. Экологическая безопасность необходима всем. Под экологической безопасностью надо понимать соответствие нормативным требованиям природоохранной деятельности. Специальные ведомства занимаются проверкой соблюдения экологических требований.

Необходима кадровая безопасность, которая позволит снизить риск причинения ущерба. Через работу с человеческими ресурсами может осуществляться реализация задач по безопасности предпри-

ятий оборонно-промышленного комплекса. Безопасность работников заключается в правильной организации управления, чтобы не вызвать появления форм преступной деятельности (от терроризма до воровства).

Человек, который работает на предприятии оборонно-промышленного комплекса должен иметь психологическую защиту. Психологическая защита выполняет функцию регуляции поведения работников предприятия оборонно-промышленного комплекса [1].

Предприятия оборонно-промышленного комплекса являются стратегически важными объектами[2]. Физическая безопасность предприятий оборонно-промышленного комплекса заключается в защите оборудования, строительных площадок от кражи, случайных повреждений, стихийных бедствий или вандализма. Качеством необходимых мероприятий определяется эффективность физической безопасности. Видеонаблюдение может контролировать доступ к закрытым зонам.

Существуют аспекты информационной безопасности, которые характеризуют параметры, обеспеченные элементами системы обеспечения безопасности.

Министерство обороны США обнародовало модель «Пять столпов обеспечения безопасности информации», которая включает защиту конфиденциальности, целостности, доступности, подлинности и недоказуемости пользовательских данных.

Инженерно-техническая безопасность заключается в проведении мероприятий, которые помогают предотвратить утечку информации с предприятий оборонно-промышленного комплекса. При помощи аппаратных и технических средств можно обеспечить безопасность на любом предприятии. Программные средства защиты информации могут защитить секретную информацию с помощью использования специальных программ.

В программно-аппаратные средства системы обеспечения информационной безопасности входят средства защиты от несанкционированного доступа.

Существуют административный, физический и логический виды контроля, которые состоят из утвержденных принципов, процедур и стандартов.

Существуют разные методы защиты информации. Для создания препятствий на пути злоумышленников необходимо создать пропускную систему доступа, изолированные помещения, кодовые двери.

Управление информацией и регламентация работы с данными – это стимулирование, принуждение и маскировка.

Под экономической безопасностью можно понимать совокупность факторов и условий, которые могут обеспечить предприятию устойчивость и стабильность, а также способность к развитию и самосовершенствованию. Экономическая безопасность связана с работой производства в стране.

Основная цель обеспечения экономической безопасности предприятий оборонно-промышленного комплекса – создание и реализация необходимых условий. Эти условия определены на основе критериев экономической безопасности. Угрозами экономической безопасности предприятий оборонно-промышленного комплекса являются: коррупция; банкротство, поглощение слабых производств.

Правовую основу предприятиям оборонно-промышленного комплекса могут составить федеральные законы и нормативно-правовые акты. Нормативно-правовое обеспечение экономической безопасности предприятий оборонно-промышленного комплекса базируется на стратегии национальной безопасности РФ и Конституции РФ. Всеобъемлющая безопасность — ключ к любой организации. Существует три категории контроля безопасности, которые предприятия должны учитывать: безопасность управления, операционная безопасность и физическая безопасность. Каждый тип важен для общей безопасности и защиты от угроз.

Итак, основная цель безопасности – обеспечить устойчивое функционирование предприятий оборонно-промышленного комплекса, предотвратить утечки информации, хищения, мошенничество и другие риски разного характера.

### Список литературы

1. Фёдоров, А.Ф., Психология безопасности: учебно-методическое пособие/ А.Ф. Фёдоров, Ю.Е.Суслов. – Ковров: ФГБОУ ВО «КГТА им.В.А.Дегтярева», 2023. – 168 с.
2. <https://www.infowatch.ru/ib-resheniya/informatsionnaya-bezopasnost-predpriyatiy-oboronno-promyshlennogo-kompleksa>

УДК 621.865.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН НА- ПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

*Антошина Е.А., старший преподаватель*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы создания электронных учебных пособий для обучения студентов по дисциплинам направления подготовки «Мехатроника и робототехника» с использованием современных программных средств.

*Ключевые слова:* моделирование, виртуальный объект, управляющая программа.

Подготовка инженеров в любом техническом вузе предполагает проведение большого количества практических и лабораторных занятий, на которых студенты должны «вживую» ознакомиться с образцами техники из той области, в которой им предстоит работать в качестве квалифицированных специалистов. Практическая наглядность изучаемых вопросов имеет сильное влияние на степень изученности предмета и общий уровень подготовки студента. Подобная задача имеет ряд трудностей при практическом осуществлении. Во-первых, оснащение специальных лабораторий связано с

большими материальными затратами для любой учебной организации. Во-вторых, многие объекты из-за особенностей своих конструкций просто не могут быть размещены в лаборатории: например, даже небольшой производственный участок занимает площадь, соизмеримую с поточной аудиторией на несколько десятков слушателей. В-третьих, если подготовка специалиста осуществляется по совершенно новому направлению, то лабораторное оборудование и реальные образцы систем подобного рода техники могут быть еще и не созданными к моменту обучения студента.

Подобные трудности могут встретиться на кафедрах, осуществляемых подготовку специалистов по направлению «Мехатроника и робототехника», особенно в городах, промышленные предприятия которых оснащены не автоматизированным производственным оборудованием.

Современные информационные технологии могут существенно облегчить решение обозначенных выше вопросов. Для создания учебно-методических комплексов на кафедрах с большой эффективностью могут быть использованы системы трехмерного моделирования (СТМ). Подобные системы используются инженерами при разработке различных объектов, начиная от простейшей втулки и заканчивая сложнейшими комплексами. Такие системы можно использовать для изучения конструкции элементов робототехники: любой объект, начиная от простейшего захватного устройства и заканчивая мобильным роботом, на экране компьютера можно рассматривать со всех сторон, разбирать на части, словно он находится в руках у наблюдателя. Модули кинематического и динамического моделирования позволяют наглядно продемонстрировать работу манипуляторов, захватных устройств, движителей. СТМ позволяют наглядно показывать скорости, ускорения, взаимодействия движущихся частей, силы и реакции в опорах и т.д. Причем речь идет не только о создании простой трехмерной картинки, но и полноценном математическом моделировании: любой виртуальный объект, созданный в системе трехмерного моделирования имеет реальные физические параметры – массу, момент инерции, жесткость и т.д. Подобные системы имеют совместимость с системами математического моделирования, например, SimInTech, что позволяет изучать динамику их работы с учетом реально действующих на физическую

систему факторов: люфты в кинематических соединениях, неуравновешенные нагрузки, динамически изменяющиеся параметры и т.д. Взаимодействие с SimInTech позволяет имитировать такие операции, как стабилизация объектов, наведение на цель, поддержание заданных параметров и т.п., т.е. появляется возможность визуализации вопросов, изучаемых в рамках таких дисциплин, как «Приводы роботов», «Стабилизация объектов». Появляется возможность в процессе обучения осуществить переход от схематичной математической модели к виртуальной визуализированной модели системы. Возможности систем позволяют создавать виртуальные автоматизированные промышленные линии, включающие, помимо промышленных роботов, конвейеры, загрузочные устройства, станки и т.д. Работой подобных комплексов можно управлять с помощью виртуальных пультов и управляющих программ, то есть обучение подобным методом может охватить не только знакомство с конструкцией, но и дает возможность освоить навыки создания управляющих программ для робототехнических комплексов.

Таким образом, применение систем трехмерного проектирования позволяет сделать более эффективным преподавание таких дисциплин, как «Технология роботизированного производства», «Проектирование роботов и робототехнических систем». Возможности создания компьютерных моделей робототехнических объектов с использованием подобных систем фактически не ограничены: их объем и степень проработки зависят от уровня квалификации специалиста-разработчика и производительности вычислительной техники. Кроме того, СТМ позволяют создавать обычный конструкторский чертеж, причем переход от 3-мерной модели к 2-мерному чертежу осуществляется самой программой автоматически. То есть, студенты смогут использовать подобные системы при выполнении курсовых работ и проектов по дисциплинам специальности, могут улучшить свои навыки создания проектной документации.

Студентов можно не только обучать с помощью компьютерных учебных пособий, но и привлекать к разработке новых видов устройств и узлов робототехники (рис.1), тем самым появляется возможность привлечения учащихся к научно-исследовательской и конструкторской работе.

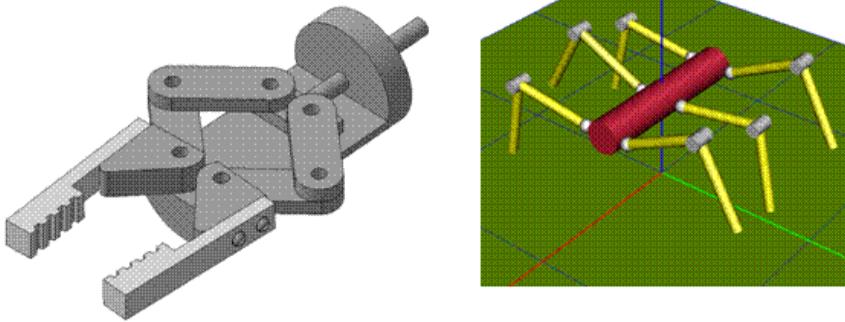


Рис.1. От простейшего захватного устройства к шагающему роботу

На кафедре «Робототехника и комплексная автоматизация» КГТА им. Дегтярева для направления подготовки «Мехатроника и робототехника» с помощью различных программных пакетов созданы и активно внедряются ряд учебных пособий, охватывающих такие разделы робототехники, как исполнительные элементы промышленных роботов, приводные силовые элементы, автоматизация производственных процессов, мобильные роботы.

### Список литературы

1. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования: учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабает, О. С. Козлов, А. М. Щекатуров. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 424 с. — ISBN 978-5-97060-482-3.
2. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства: учебное пособие. – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – 168 с. – ISBN 978-5-7996-3152-9.

УДК159.922

## **ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕОРИЯ, РАЗВИТИЕ И КРОСС-КУЛЬТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ**

*Люблинский М.С., канд. техн. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматривается эволюция понятия «эмоциональный интеллект» от теоретических основ до его современного толкования с учетом кросс-культурного аспекта, а также представлен анализ практического использования эмоциональных компетенций в современном управлении.

*Ключевые слова:* эмоциональный интеллект (ЭИ), кросс-культурная направленность, лидерство, управление персоналом, командная работа, адаптация методов оценки, организационное развитие.

Эмоциональный интеллект (ЭИ) с конца XX века прочно вошел в повестку дня исследователей и практиков в областях психологии, управления и образования. ЭИ представляет собой совокупность навыков, позволяющих человеку осознавать и управлять как собственными эмоциями, так и эмоциями окружающих. Важность этого понятия возрастает в условиях глобализации, когда взаимодействие между людьми различных культур становится всё более интенсивным. Умелое использование эмоционального интеллекта позволяет не только улучшить личные и профессиональные отношения, но и повысить производительность труда, эффективность управления, в т.ч. разрешать конфликтные ситуации.

Эволюция теории ЭИ отражает изменения подхода к пониманию эмоций и их роли в нашей жизни. В последние годы ЭИ стал не только объектом академического интереса, но и важной составляющей лидерства и межличностного взаимодействия.

Задолго до появления концепции ЭИ как отдельной области исследований, теоретики и психологи обсуждали важность эмоциональных и социальных навыков. В 1983 году американский психо-

лог Ховард Гарднер выдвинул теорию множественных интеллектов, где выделил межличностный и внутриличностный интеллект. Эти два вида интеллекта отражали аспекты понимания и управления эмоциями, предвосхищая основные элементы ЭИ. Межличностный интеллект, по Гарднеру, включает такие компоненты, как эмпатия, социальная ответственность и умение выстраивать отношения [4].

Современное понятие ЭИ было введено в 1990 году американскими психологами Питером Сэловеем и Джоном Майером. Они определили ЭИ как способность распознавать свои и чужие эмоции и использовать эти знания для регулирования своего поведения и принятия решений [6]. По их мнению, ЭИ включает четыре компонента:

1. Идентификация эмоций: способность точно распознавать и называть эмоции, которые переживаются самим человеком и другими.
2. Эмоциональная фасилитация мышления: умение использовать эмоции для содействия мыслительному процессу.
3. Понимание эмоций: способность интерпретировать эмоции, включая их причины и возможные последствия.
4. Управление эмоциями: способность управлять как своими эмоциями, так и эмоциями других для достижения конкретных целей.

Наиболее известным популяризатором ЭИ в мире стал Дэниел Гоулман, американский психолог и автор бестселлера "Эмоциональный интеллект", который значительно расширил понимание ЭИ, включив в него дополнительные компетенции, такие как самомотивацию, устойчивость к разочарованиям и способность контролировать эмоциональные реакции. Гоулман также подчеркнул значение ЭИ в лидерстве, заявив, что эмоциональная зрелость и навыки играют ключевую роль в успешном управлении [5]. Его работа привлекла внимание к ЭИ в корпоративной среде и привела к развитию многочисленных тренингов и программ, направленных на повышение эмоциональной компетентности.

Современные исследователи ЭИ существенно расширили научную базу и области его практического применения, дополнительно включая, например, кросс-культурные аспекты, учитывая расширяющуюся глобализацию. К примеру, Роберт Эммерлинг и Ричард Бояцис, подчеркивают важность адаптации моделей эмоционального интеллекта для различных культур. Так мультикультурной

рабочей среде эмоции и эмоциональные реакции могут варьироваться в зависимости от социальных норм, ожиданий и традиций, что влияет на их восприятие и интерпретацию. Например, проявление эмоций, таких как гнев или разочарование, может быть приемлемым в одной культуре и недопустимым в другой, что делает универсальные подходы к ЭИ менее эффективными [3].

Эммерлинг и Бояцис провели исследования, показывающие, что методы и модели ЭИ должны учитывать культурные различия для повышения их эффективности. Они указывают на необходимость использования как количественных, так и качественных методов для анализа проявлений ЭИ в различных странах, чтобы выявить различия в восприятии эмоций и связанных с ними действий [3]. Эти данные показывают, что простая адаптация западных моделей для других культур может привести к недооценке или искажению важных аспектов эмоционального интеллекта.

Но, несмотря на это, модели управления с использованием эмоционального интеллекта становятся все более востребованными, поскольку показывают свою эффективность на практике, к примеру, в управлении многонациональными коллективами или разнообразными командами. Лидеры с высоким уровнем ЭИ способны эффективно мотивировать сотрудников, уменьшать стресс в коллективе и разрешать конфликты. Они знают, как создать поддерживающую рабочую среду, где каждый сотрудник чувствует свою значимость. Модель Дэниела Гоулмана, включающая такие компоненты, как эмпатия, саморегуляция и самосознание, широко используется в корпоративных тренингах и программах развития лидерских качеств [1], [5].

ЭИ также нашел свое место и в управлении персоналом. Эмпатия и социальная чувствительность - это важные компоненты ЭИ, которые помогают HR-менеджерам лучше понимать сотрудников и поддерживать позитивную атмосферу на рабочем месте. Кроме этого, высокий уровень эмоционального интеллекта у сотрудников HR помогает в разрешении конфликтов, улучшает коммуникацию и снижает текучесть кадров. Такие HR-менеджеры умеют поддерживать баланс между эмоциональной поддержкой и соблюдением корпоративных стандартов.

В условиях изменений, когда возникает необходимость в использовании принципа гибкости, например, для оптимизации органи-

зационной структуры, создания проектной команды или кросс-функциональной группы, ЭИ может способствовать созданию прочных рабочих связей. Социальная осознанность и умение регулировать эмоции помогают участникам команды лучше взаимодействовать, избегать конфликтов и справляться с трудностями. Лидеры команд с высоким уровнем ЭИ способны стимулировать творчество, удерживать фокус на задачах и укреплять сплоченность коллектива [1], [2].

С учетом вышеизложенного, одной из ключевых задач современных исследований является создание более точных инструментов для измерения ЭИ в разных культурных контекстах. Различия в восприятии эмоций между культурами могут осложнить интерпретацию результатов тестов, что делает важным разработку адаптированных методов оценки. Кроме того, развитие технологий искусственного интеллекта и автоматизации (роботизации) также порождает новые вызовы, поскольку требует пересмотра ролей и компетенций, включая ЭИ, для поддержания гибкости и адаптивности в условиях цифровой трансформации [2].

В ответ на растущий интерес к ЭИ многие компании внедряют программы по его развитию. Однако эффективность таких программ может варьироваться, так как обучаемость ЭИ зависит от многих факторов, включая индивидуальные и культурные особенности. Разработка программ, учитывающих эти аспекты, является перспективной областью исследований, которая может существенно повысить вклад ЭИ в развитие человеческого капитала.

В заключение отметим, что эмоциональный интеллект прошел долгий путь от концептуальных начал до одной из наиболее востребованных компетенций в современном управлении. Кросс-культурные исследования подчеркивают значимость адаптации ЭИ для успешного взаимодействия в глобализованном мире. ЭИ стал неотъемлемой частью моделей лидерства, управления персоналом и организационного развития, а также инструментом для улучшения межличностных взаимодействий. В будущем исследования эмоционального интеллекта будут углубляться, принимая во внимание культурные и технологические изменения, что позволит расширить область его практического применения.

### Список литературы

1. Гоулман, Д. Эмоциональное лидерство: Искусство управления людьми на основе эмоционального интеллекта / Д. Гоулман, Р. Бояцис, Э. Макки; пер. с англ. Е. Волков. – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2013. – 302 с.
2. Люсин, Д. В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: Опросник ЭМИн / Д. В. Люсин // *Психологическая диагностика*. – 2019. – № 4. – С. 3–22.
3. Эммерлинг, Р. Дж., Бояцис, Р. Э. Эмоциональные и социальные компетенции: Кросс-культурные аспекты / Р. Дж. Эммерлинг, Р. Э. Бояцис // *Cross Cultural Management: An International Journal*. – 2012. – Т. 19, № 1. – С. 4–18.
4. Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.
5. Goleman, D. (1998). *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Bantam Books.
6. Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185-211.

УДК 543.087.9

### **ВНЕДРЕНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ЛИМС/LIMS/ЛИС) I-LDS В ОБЛАСТИ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА**

*Разуваева А.М., ассистент, инженер лаборант,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева»,  
ПАО «Ковровский механический завод»,  
АО «ВПО «Точмаш», филиал в г. Коврове*

*Аннотация.* Представлен анализ актуального направления работы системы входного контроля качества по разработке программного комплекса ЛИМС/LIMS/ЛИС I-LDS для автоматизации деятельности аналитических лабораторий. Рассмотрены функции

комплекса. Описана модель производственного аналитического контроля.

*Ключевые слова:* лабораторно-информационная система, контроль качества, ЛИМС

Для обеспечения компетентности лабораторий необходимо эффективное управление информацией, которая собирается и обрабатывается в процессе их работы. Этот процесс включает в себя соблюдение технических требований, необходимых для проведения испытаний, а также управление, способствующее стабильному функционированию лаборатории в установленной сфере деятельности. Лабораторно-информационная система (Laboratory Information Management System) является уникальным инструментом для управления информацией. По своей сути, она представляет собой автоматизированную систему менеджмента качества, основанную на требованиях ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества. Требования», предназначенную для испытательных и калибровочных лабораторий.

Как известно, параметры качества продукции, производимой любым предприятием, находятся под контролем аналитических лабораторий. Развитие систем менеджмента качества требует внедрения и развития информационных технологий на предприятии. Современные информационные технологии увеличивают эффективность системы управления предприятием и контроля над процессами [3, 4, 5]. Основной задачей этих лабораторий является комплексная проверка качества на всех этапах производства, начиная с исходного сырья и заканчивая поставляемым готовым продуктом, поэтому лаборатории работают с обширным объемом разнообразной информации. Многочисленные информационные потоки, взаимодействующие с лабораторией, обычно характеризуются сложной структурой. Передача информации часто осуществляется путем ручного переписывания данных из одного бумажного носителя в другой, после чего документы передаются заинтересованным подразделениям, лицам и организациям. По итогу работы подобной системы выявлены следующие проблемы и недостатки стандартизации информационно-аналитического процесса:

– достаточно низкую оперативность использования данных;

– ограниченные возможности управления аналитическим процессом;

– ошибки в интерпретации данных из-за неаккуратного почерка исполнителя;

– журнал подвержен износу из-за человеческого фактора и внешних воздействий (влажность, механические повреждения), что может привести к утрате данных;

– журнал учета данных сохраняется в течение 5 лет, что усложняет процесс поиска информации;

– риск искажения полученных результатов и другие связанные с этим проблемы.

В результате лаборатория не в состоянии выполнить стратегическую задачу по повышению конкурентоспособности продукции из-за отсутствия полноценной системы менеджмента качества.

Направленность современных информационных технологий такова, что они стремятся реализовать свой потенциал там, где имеется большой объём рутинной, ручной работы и обработки данных, или существуют проблемы интеграции различных сфер деятельности предприятия, в том числе управления качеством продукции. Поэтому понятно, что такая сфера деятельности, как автоматизация деятельности лаборатории, просто не могла не попасть в поле зрения информационных технологий [2].

Действительно, лаборатории на предприятиях различных отраслей промышленности ежедневно выполняют колоссальное количество испытаний сырья, материалов, полупродуктов и товарной продукции. И причина тому – не только конкурентная борьба за качество выпускаемой продукции, но и ужесточение требований различных нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТУ, СТП). Объём информации, подлежащей сбору, обработке и анализу, достаточно велик и разнороден: от результатов испытаний и компетенции персонала до контроля за техническим состоянием лабораторного оборудования [2].

Типовое исследование единичной пробы продукта предполагает выполнение 7-10 анализов, каждый из которых состоит из определения 3-6 параметров. Количество регистрируемых проб в лаборатории может составлять от 30-50 до 2000-3000 в день и более в зависимости от предприятия и объемов проводимых испытаний. Например,

для испытательных лабораторий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности характерно выполнение от 200-300 до 2500 - 3000 испытаний в сутки при среднем количестве определяемых параметров - 7-12. При этом часть параметров определяется расчетным путем с использованием формул, предусмотренных методиками выполнения измерений, таблиц, калибровочных графиков, результатов других измерений. Вместе с тем, при смене продукции, ассортимента или технологии, часто меняются требования нормативных документов, спецификации продуктов, нормативы, точки отбора при смене продукции, ассортимента или технологии [2].

Анализ текущей ситуации подтверждает, что задачи по разработке программного обеспечения для аналитических лабораторий различных предприятий являются весьма актуальными. ЛИМС I-LDS существенно повышает эффективность работы лабораторий, позволяя потребителям лабораторных данных, в том числе производственным подразделениям, быть уверенными в соблюдении требований качества, предъявляемых как к самим лабораториям, так и ко всей производственной цепочке [1]. Являясь источником данных о качественных и количественных результатах испытаний и характеристиках объектов контроля, лабораторная информационная менеджмент система I-LDS предоставляет возможность в реальном времени интегрировать данные в диспетчерские системы и системы планирования ресурсов предприятия и компании [1].

Преимущества внедрения ЛИМС I-LDS очевидны, т.к. данная программа является информационным ядром контроля качества производственных предприятий:

- позволяет улучшить контроль качества, обеспечивая единообразие выполнения функций сотрудниками лабораторий;
- сокращает время выполнения испытаний, автоматизируя расчёт методик измерения, формирование отчётности и составление документов о качестве;
- гарантирует своевременное предоставление руководству корректной информации о качестве работы лаборатории, получение интегрированных данных информационными службами предприятия в реальном времени;
- оптимизирует бизнес-процессы лабораторий за счёт планирования деятельности и рационального использования ресурсов

(персонала, оборудования, стандартных образцов, реактивов и вспомогательных материалов) [1].

Одной из важных функций данной системы является управление безопасностью. Данная функция основывается на разграничении прав доступа к функциональным модулям, данным журналов и классификаторов, а также на внедрении матрицы ролей для проведения испытаний и измерений, формирования отчетов и шифрования записей в базе данных с целью предотвращения их изменения.

Представленные методы разработки информационной системы ЛИМС I-LDS способствовали созданию программного продукта, который обеспечивает автоматизацию основных бизнес-процессов лаборатории, начиная с получения образца и заканчивая созданием итоговой отчетной документации. Для промышленных предприятий в ЛИМС I-LDS предусмотрено выполнение всех этапов контроля: входного, операционного, производственного, технологического, контроля качества продукции, а также экологического контроля и мониторинга физических факторов. В настоящее время лаборатории имеют в своем распоряжении современное программное обеспечение, которое активно совершенствуется и основано на надежной методологии. Этот продукт объединяет функциональные возможности лучших западных аналогов с удобством в использовании и полностью соответствует требованиям отечественной нормативной документации в сфере аналитической химии и метрологии. Опыт многочисленных внедрений лабораторно-информационной системы (ЛИМС/LIMS/ЛИС) I-LDS и положительные отзывы пользователей подтверждают правильность выбранного методологического подхода.

### Список литературы

1. ИНДАСОФТ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://indusoft.ru/upload/iblock/c2e/fnd5ohfze92tegaqh5rnkuy079ukx9g7/Indusoft-I-LDS-LIMS-brochure.pdf> (дата обращения: 01.12.2024г).
2. Разработка лабораторной информационно-управляющей системы / О. В. Терещенко, А. Г. Терещенко, В. А. Терещенко [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309, № 4. – С. 5.

3. Ивахненко, А.Г. Моделирование процессов систем менеджмента качества: монография / А.Г. Ивахненко, М.Л. Сторублев. – Курск: Изд-во ЮЗГУ, 2012. – 167 с.

4. Клочков, Ю.С. Разработка классификации внешнего потребителя на основе анализа заинтересованных сторон / Ю.С. Клочков // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 233 – 235.

5. Клочков, Ю.С. Разработка методики моделирования бизнес-процессов / Ю.С. Клочков, А.В. Барвинок, Д.Г. Гришанов, С.А. Кирилина, Е.А. Стрельников // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2010. – № 3. – С. 39 – 44.

УДК 556.5

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВОДНЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ВЕСЕННИМИ ПАВОДКАМИ**

*Сергеев Е.Б., научный сотрудник,*

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам  
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России,  
г. Москва*

*Аннотация.* В статье рассмотрена методика для моделирования наводнений, вызванных весенними паводками. Методика основана на связи максимальных расходов воды и уровней затопления и учитывает цифровую модель рельефа местности и метеорологические данные. Подобная методика может быть применена, в том числе, и для оценки последствий наводнений на неизученных территориях.

*Ключевые слова:* весенний паводок, территория водосбора, расход воды, уровень затопления, цифровая модель рельефа.

**Введение.** Наводнения в Российской Федерации находятся на первом месте по экономическому ущербу среди чрезвычайных происшествий (ЧС). Прогнозирование наводнений является одной из важнейших задач по предотвращению подобных ЧС и ликвидации

их последствий. Причем желательно осуществить прогноз не только в местах, где имеются гидрологические посты, но и на тех территориях, где отсутствуют подобные посты.

**Описание методики.** Представленная методика предназначена для моделирования наводнений, вызванных весенними паводками, в том числе, на неизученных территориях, то есть для тех населенных пунктов, которые не оборудованы гидрологическими постами. Эти населенные пункты, как правило, находятся вне каких-либо прогнозных оценок развития гидрологических процессов. Методика позволяет оценить гидрологическую обстановку на этих территориях с учетом новых возможностей ГИС-технологий и ежедневных метеорологических данных. В качестве исходных данных для этих оценок используются:

– данные по исходной глубине снежного покрова, температуре воздуха и облачности (в том числе, прогнозные) на всей территории РФ. Эти данные могут быть получены непосредственно от метеостанций или из открытых источников в Интернете;

– данные цифровой модели рельефа местности (ЦМР). Эти данные содержатся в двоичных файлах типа «.bil», «.hgt» или «.tiff». В настоящее время в открытом доступе в Интернете имеются данные рельефа местности для всей территории России (до 60 градуса широты) с точностью по высоте 1 м с разрешением в одну секунду по широте и в две секунды по долготе. Для географических областей севернее 60 градуса по широте разрешение по земной поверхности составляет 3 секунды в обоих направлениях;

– справочные данные для параметров, характерные для конкретной местности. Их можно получить из специальных таблиц, приведенных в [1,2]. Эти данные включают в себя:

- коэффициенты  $m$  шероховатости речных русел и пойм;
- коэффициенты  $m_{BC}$  шероховатости склонов водосбора;
- доля  $\varphi$  суммарного стока с площади водосбора, достигающая нужного створа реки.

Для расчета характеристик снежного покрова при интенсивном снеготаянии на водосборе предполагается использовать модель, предложенную Кузьминым [3]. Пусть  $\Lambda$  – скрытая теплота плавления льда ( $\approx 80$  кал/г),  $\rho_{сн}$  – плотность снега,  $H_{сн}$  – средняя глубина снежного покрова (в см) на водосборе в начальный момент весенне-

го таяния снега. Тогда общее количество талой воды  $H_{мс}$  (в мм) и суммарная расход тепла  $W_B$  на  $1 \text{ см}^2$  площади снега составят соответственно:

$$H_{мс} = 10 \cdot \rho_{сн} \cdot H_{сн}, \quad (1)$$

$$W_B = H_{мс} \cdot \Lambda / 10. \quad (2)$$

Скорость передаваемого снегу тепла  $Q_B = \frac{dW_B}{dt}$  определяется из уравнения теплового баланса в предположении, что средняя температура тающего снега равна  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_B = Q_{SW} + Q_T + Q_E + Q_P + Q_G, \quad (3)$$

где  $Q_{SW}$  – баланс коротковолновой солнечной радиации;  $Q_T$  – турбулентный теплообмен с атмосферой;  $Q_E$  – поток тепла на испарение;  $Q_P$  – поток тепла при выпадении жидких осадков;  $Q_G$  – теплообмен с почвой.

Для определения этих величин использовались формулы, представленные в [3,4]. Из полученных значений  $Q_B$  и  $W_B$  определялось среднее время  $\tau_B$  таяния снега.

В качестве основного уравнения, связывающего уровень воды и расход воды через поперечное сечение реки (сток), используется уравнение (1) Шези [5]:

$$V_p = C \sqrt{h_p \cdot I}, \quad (4)$$

где  $V_p$  – средняя скорость течения воды в створе реки, м/с;  $h_p$  – средняя глубина затопления, м;  $I$  – средний уклон течения реки (водотока), определяемый из данных речной сети;  $C$  – коэффициент Шези, определяемый по формуле (2) Маннинга [5,6]:

$$C = \frac{h_p^{1/6}}{m}, \quad (5)$$

где  $m$  – коэффициент шероховатости речного русла. Данные по шероховатости речного русла приведены в [1,2].

Средний уклон  $I$  водотока определяется из данных речной сети:

$$I = \frac{H_B - H_H}{L}, \quad (6)$$

где  $H_B$  и  $H_H$  – отметки высоты (в м) над уровнем моря соответственно вверх и вниз по течению реки от рассматриваемого гидропоста (створа);  $L$  – расстояние между этими отметками (в м) по руслу водотока.

Расход воды (сток) через поперечное сечение реки выражается формулой:

$$Q_t = S_t \cdot V_p, \quad (7)$$

где  $S_t$  – площадь поперечного сечения реки при заданном уровне воды, а  $V_p$  определяется по формуле (4).

Расчет прогнозного уровня затопления в результате весеннего паводка производится следующим образом. Пусть начальное значение (до паводка) уровня воды на гидропосте в рассматриваемом населенном пункте равно  $h_{ГП}$ . По данным рельефа поперечного сечения реки и формулам (4)-(7) вычисляется текущее значение расхода воды  $Q_t$ . Следует отметить, что уровень воды на гидропосте  $h_{ГП}$  и максимальная глубина воды  $h_{\max}$  реке могут немного отличаться, поскольку нуль гидропоста  $H_{ГП}$  может не соответствовать нижней точке рельефа поперечного сечения реки  $H_{\min}$ . В этом случае:

$$h_{\max} = h_{ГП} + H_{ГП} - H_{\min}, \quad (8)$$

С помощью использования данных цифрового рельефа местности (ЦРМ) определялась площадь водосбора  $F$ , средний уклон  $I_{BC}$  склонов водосбора и среднее расстояние от точек водосбора до реки  $L_{BC}$ . Для оценки скорости движения воды по водосбору в горных районах использовались те же уравнения Шези-Манинга, что и для речного русла. Для равнинных водосборов средняя скорость движения воды значительно меньше и обычно составляет в среднем 7-10 м/мин. Для равнинных водосборов принималось  $V_{BC} = 10$  м/мин. Тогда среднее время движения талой воды от водосбора до реки составит  $\tau_{\min} = L_{BC}/V_{BC}$ .

Дополнительный расход воды (сток), вызванный интенсивным таянием снега, можно оценить по формуле предельной интенсивности стока [7]:

$$Q_{\text{ст}} = 16,7 \cdot \varphi \cdot \frac{H_{\text{ме}}}{(\tau_B + \tau_{\min})} \cdot F, \quad (9)$$

где  $\varphi$  – доля суммарного стока с площади водосбора, достигающая створа. Для значений  $\varphi$  использовались табличные данные, приведенные в [8];  $H_{me}$  – средняя глубина талой воды на водосборе, мм;  $\tau_B$  – среднее время таяния снега, мин.;  $\tau_{min}$  – среднее время движения воды от точек водосбора до створа, мин.;  $F$  – площадь водосбора для рассматриваемого створа, км<sup>2</sup>.

Следует отметить, что скорость  $V_{BC}$ , а также коэффициент  $\varphi$  (доля суммарного стока с площади водосбора, достигающая створа) можно рассматривать как некоторые свободные параметры, регулируя которые можно добиться того, чтобы расчетная глубина затопления (уровень воды на створе) как можно ближе соответствовала фактическому значению.

После определения  $Q_{en}$ , с помощью вышеприведенных формул (4)-(9) определяется новый уровень воды. Уже для расхода воды  $Q_{max} = Q_t + Q_{en}$ . Из уровня затопления и отметки нижней точки дна рельефа (по отношению к уровню моря), на основе ЦМР можно построить в виде shape-файлов вероятную область затопления территории вблизи рассматриваемого створа. При последующем наложении этих shape-файлов на ГИС-карту территории, можно оценить, какие промышленные и жилые объекты, а также мосты и садово-огородные участки попадут в зону затопления.

**Заключение.** Представленная методика позволяет оценить гидрологическую обстановку на территориях, подверженных весенним паводкам, используя новые возможности ГИС-технологий, а также текущие и прогнозные данные метеорологических наблюдений. В качестве основы для этих оценок используется связь между расходом (стоком) воды и ее уровнем. Подобную технологию можно использовать на всех территориях, подверженных весенним паводкам.

### Список литературы

1. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. - М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик.

3. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1961.

4. Мотовилов Ю.Г., Гельфан А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. – М.: ООО «Красногорский полиграфический комбинат», 2018. – 299 с.

5. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.

6. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрологических наблюдений. - Санкт-Петербург: Государственный гидрологический институт, 2005.

7. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2009.

8. Указания по расчету дождевых расходов. – М.: Союздорпроект, 1978. – 19 с.

УДК 614.8.01: 519.876.2

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ  
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РИСКОВ  
В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ  
РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Прус М.Ю., канд. физ.-мат. наук,*

*Московский государственный технологический университет  
«Станкин»;*

*Сулян С.Г., аспирант, Зироян А.Д., аспирант,*

*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ)  
им. И. М. Губкина;*

*Прус Ю.В., д-р физ.-мат. наук, профессор,*

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам  
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России*

*Аннотация.* Обсуждаются тенденции развития теории многокомпонентных рисков и методов моделирования их структуры в практических приложениях. Рассматриваются проблемы создания

эффективных систем поддержки принятия решений и инструментов риск-ориентированного управления в современных социотехнических системах.

*Ключевые слова:* риск-ориентированное управление, многокомпонентные риски.

Обеспечение безопасности в современных социотехнических системах (СТС) требует создания эффективных инструментов риск-ориентированного управления (РОУ) на уровне отдельных предприятий, отраслей экономики и системы государственного управления в целом.

Риски, относящиеся к природным, техногенным и антропогенным, а также отдельно стоящие риски развития эпидемий эпизоотий и эпифитотий, имеют сложную структуру, при их моделировании необходимо учитывать специфические свойства объектов защиты (ОЗ), характерные сценарии развития кризисных ситуаций, кроме того, современные системы обеспечения безопасности (СОБ) представляют собой сложные многоуровневые специализированные системы. Рассматриваемые риски в социотехнических системах (СТС), включающих СОБ, являются по своей природе многокомпонентными, а при их моделировании необходимо учитывать всю совокупность взаимосвязей между источниками угроз, барьерами предупреждения и противодействия, объектами защиты, ожидаемыми последствиями и их смягчением.

Развитие теории и методов моделирования рисков в значительной степени зависит от применяемого математического инструментария. Отдельные методы, используемые в работах российских и зарубежных авторов, показывают высокую эффективность при решении отдельных задач, однако до настоящего времени представление многокомпонентных рисков в виде единой совокупности количественных и качественных характеристик практически не применяется [1]. Например, постановка задач многокритериальной оптимизации, необходимых при информационном обеспечении управления рисками в СТС с СОБ не представляется возможной, поскольку применение существующих скалярных форм представления факторов риска не позволяет выразить характерные для подобных систем сложные функциональные и неявные связи критери-

ев управления, отражающих последствия возможных кризисных ситуаций, с рассматриваемыми управляемыми и неуправляемыми параметрами.

Адекватную постановку прикладных задач риск-ориентированного управления обеспечивает применение векторно-матричных форм и многоиндексных компактных представлений input-output связей в единой совокупности факторов многокомпонентных рисков. Общий математический формализм с применением матричных форм компактного представления при моделировании структуры и динамики многокомпонентных рисков, принципы разработки экспертных систем и программных средств для систем поддержки принятия решений (СППР) при управлении рисками в некоторых предметных областях предложены в [2-4].

Проведена формализация категорий, предложена математическая нотация, обоснованы и введены элементы общей модели многокомпонентных рисков. Разработан новый метод анализа многокомпонентных рисков, основанный на пятиуровневой иерархической схеме декомпозиции риска (рис.1). В аддитивно-мультипликативной модели введено понятие конфигурации распределения ОЗ с разбиением на подмножества, различающиеся по ряду значимых показателей, а также конфигурации распределения ОЗ по вариантам возможного выполнения совокупности функций защиты.

Вводятся удельные коэффициенты структуры распределения, рассматриваемые в качестве количественных характеристик вероятностей случайно выбранного ОЗ попасть в соответствующее подмножество (по группе риска и состоянию, а также по степени защищенности), представляющие компоненты векторов  $\mathbf{C}^q$ , представляющего совокупность «объекты защиты», с разбиением на группы и состояния.

Вводится соответствующий мультипликатор  $\dot{\mathbf{V}}^q$ , матричные компоненты которого связаны с потоками реализации угроз различных (по группам  $i$  и состояниям  $q$ ) категорий ОЗ. Элементы матрицы мультипликатора определены как производные по времени вероятностных характеристик подверженности ОЗ воздействию ОФ, однако в дальнейшем моделируются последствия в течение определенного периода, поэтому используются матрицы самих вероятностных характеристик, а не их производных по времени.

Проведен анализ влияния совокупности имеющихся в СОБ сил и средств на потери, основанный на применяемых при расчете ожидаемых потерь процедурах аддитивно-мультипликативной свертки. Обоснована необходимость разграничения возможного и фактического выполнения функций защиты. К основным параметрам модели относятся частные условные вероятности наступления определенных последствий при воздействии опасных факторов (ОФ) на ОЗ, при условии фактического выполнения определенного булевым идентификатором  $\{(R_1 E_1) \dots (R_l \cdot E_l) \dots (R_L E_L)\}$  совокупности функций защиты (ФЗ)  $S_{i^q_j}^{\{(R_1 E_1) \dots (R_l \cdot E_l) \dots (R_L E_L)\}}$ , двойная свертка которых по идентификаторам возможного выполнения ФЗ и по распределению степени защищенности ОЗ позволяет сформировать матричные элементы акселератора  $S^q$ , характеризующего уязвимость ОЗ:

$$\begin{aligned} \langle S_{i^q_j} \rangle_{[R_1 \dots R_l \dots R_L]} &= \sum_{[E_1 \dots E_l \dots E_L]} S_{i^q_j}^{\{(R_1 E_1) \dots (R_l \cdot E_l) \dots (R_L E_L)\}} P(\{(R_1 E_1) \dots (R_l \cdot E_l) \dots (R_L E_L)\}) \\ \langle S_{i^q_j} \rangle &= \sum_{[R_1 \dots R_l \dots R_L]} \beta_{i^q}^{[R_1 \dots R_l \dots R_L]} \cdot \langle S_{i^q_j} \rangle_{[R_1 \dots R_l \dots R_L]}. \end{aligned} \quad (1)$$

Оценка ожидаемых в течение определенного временного интервала социально-экономических потерь возможна на основе вычисления компонент вектора ожидаемых потерь, который представляет сумму векторов последствий от воздействия исследуемых ОФ на отдельные группы ОЗ, компактно представленных композицией трех перечисленных выше составляющих:

$$\begin{aligned} D &= \sum_q D^q = \sum_q C^q \cdot S^q \cdot \dot{V}^q = \\ &= (c_1^q \dots c_i^q \dots c_j^q) \cdot \begin{pmatrix} v_1^q & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \vdots & v_i^q & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & v_j^q \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \langle S_{1^q_1} \rangle & \dots & \langle S_{1^q_j} \rangle \\ \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \langle S_{i^q_j} \rangle & \vdots \\ \dots & \dots & \dots \\ \langle S_{l^q_1} \rangle & \dots & \langle S_{l^q_j} \rangle \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (2)$$

Адаптация модели к задачам РОУ пожарной безопасности в жилом секторе позволила создать инструментарий сравнительного анализа эффективности мероприятий, связанных с изменением пара-

метров (1), на основе определения наилучшего достижимого варианта ожидаемых потерь (2) по количественным и качественным показателям сокращения потерь. В [4, 5] рекомендуется построение СППР, в которых предполагается формирование баз знаний (БЗ) содержащих:

– полные наборы вероятностей  $P(\{(R_1 E_1) \dots (R_l E_l) \dots (R_L E_L)\})$  фактического выполнения, функционирования отдельных элементов систем защиты, которые определяются вероятностными показателями срабатывания (экспертные методы применять не рекомендуется);

– соответствующие указанным вариантам наборы частных условных вероятностей  $S_{i^q j}^{\{(R_1 E_1) \dots (R_l E_l) \dots (R_L E_L)\}}$  (при отсутствии необходимых статистических данных рекомендуется применять экспертные методы).

При определении вероятностей  $S_{i^q j}^{\{(R_1 E_1) \dots (R_l E_l) \dots (R_L E_L)\}}$  наступления различных исходов при воздействии ОФ на ОЗ, рекомендуется применять численный метод [5], включающий процедуру преобразования значений шкалы экспертных оценок (из ранговой (ассоциативной) шкалы в количественную шкалу отношений). При получении первичных экспертных оценок применяется метод парных сравнений с вербальной шкалой, традиционно используемой при проведении процедур парных сравнений.

Теоретическое обоснование процедуры объективизации экспертных оценок вероятностей рассматриваемых событий состоит в принятии гипотезы о функциональной связи между результатами субъективной оценки и объективного измерения вероятностей, согласующейся с обсуждаемыми результатами других исследователей. Предложен способ установления параметра  $\vartheta$  функциональной связи, основанный на проведении ретрополяции (согласовании ретропрогноза и статистических данных о потерях).

Развитие методов моделирования структуры многокомпонентных рисков представляет перспективную математическую основу для проектирования информационно-аналитического обеспечения СППР в различных предметных областях, позволяющую предложить эффективные инструменты РОУ в СОБ современных СТС.

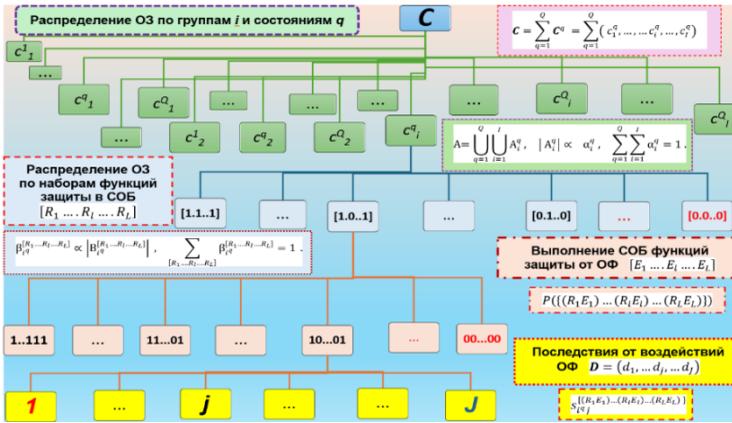


Рис. 1. Иерархическая структура декомпозиции и аддитивно-мультипликативной свертки факторов многокомпонентных рисков

### Список литературы

1. Прус, Ю.В. Моделирование структуры и динамики техногенных и пожарных рисков в социотехнических системах / Ю.В. Прус, А.Р. Колесникова, Е.А. Клепко, В.М. Шаповалов // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 4. – 16 с.
2. Прус, Ю.В. Исследование эффективности систем противопожарной защиты на основе матричного представления пожарных рисков / Ю.В. Прус, А.А. Чистякова, М.Ю. Прус // Техносферная безопасность. – 2020. – № 3(28). – С. 44–62.
3. Прус, М.Ю. Математические основы стохастического моделирования многокомпонентных рисков в системах обеспечения безопасности / М.Ю. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2021. – № 4(94). – С. 125–143.
4. Чистякова, А.А. Поддержка риск-ориентированного управления пожарной безопасностью в жилом секторе на основе анализа структуры пожарных рисков / А. А. Чистякова, М. Ю. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2024. – № 2(104). – С. 112-137.
5. Прус, М.Ю. Численный метод определения вероятностных характеристик индивидуальных многокомпонентных рисков / М.Ю.

Прус, М.С. Жубанов, Ю.В. Прус // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 4(98). – С. 144–157.

УДК 581.5:51-76

## **ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *Heracleum Sosnowskyi***

*Вахромеев И.В., канд. техн. наук, доцент,  
Государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение Владимирской области  
«Владимирский политехнический колледж»*

*Аннотация.* Рассматривается пространственная модель изменения границ ценопопуляций борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) применительно к условиям Нечерноземной полосы России.

*Ключевые слова:* борщевик Сосновского, *Heracleum sosnowskyi*, ценопопуляция, модель пространственной динамики, гексагон.

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), как и его не менее гигантский собрат – борщевик Мантегации (*Heracleum mantegazzianum* Somm. et Levier) – некогда перспективные растения, выращиваемые сравнительно в Советском Союзе и у наших западных соседей в качестве силосных культур. Впервые эндемик с Кавказа борщевик Сосновского (далее – БС) был интродуцирован на севере СССР в 1947 г. Уже первые исследования давали надежду на широкое культивирование данного растения в сельскохозяйственной отрасли [1]. С 60-70-х годов и до конца 80-х прошлого века БС выращивался во многих областях бывшего СССР. Однако в связи с быстрой деградацией с/х после развала Советского Союза интерес к данной культуре, в том числе и селекционной работе по выведению безопасных для человека и животных сортов борщевика, быстро сошел на нет.

Некоторое время БС являлся, несмотря на гигантские размеры, неприметным элементом многих местных флор, буквально, ютясь по задворкам и всяческим мусорным местам под статусом

дичающего рудерального и синантропного вида. Однако с 2000-х годов нынешнего столетия "внезапно" обозначился взрывной рост площадей ценопопуляций этого вида. Так появилась проблема борщевика, с которой власти различных регионов России с тем или иным успехом пытаются бороться в настоящее время.

Нами несколько лет назад (в 2021 году) была разработана упрощенную модель распространения в пространстве БС, применительно к условиям Нечерноземной полосы России.

Для модели, которая получила рабочее название как "гексагональная" были использованы исходные данные, приводимые ранее в научных публикациях. В частности, известно, что в условиях Ленинградской области одно растение борщевика давало около 8800 плодов. Как правило, семена борщевика падают в непосредственной близости от материнского растения. При высоте растений более 2 м, 60-90% семян осыпаются на землю в радиусе 4 м [2] (со ссылкой на первоисточники). БС является монокарпическим видом, т.е. цветет один раз в жизни, после чего растение отмирает. Культивируемые растения при одиночном стоянии зацветают на 2-5 год жизни, в загущенных посевах вступление в репродуктивный период затягивается на 5-7 лет, при этом средняя продолжительность жизни борщевика Сосновского в Коми АССР –11 лет [1].

С учетом приведенных выше параметров, а также собственных оригинальных данных по биометрии борщевика для модели были приняты следующие допущения и граничные условия.

1. Размеры вегетативной части растения представляют из себя правильный шестиугольник, с наибольшими габаритами 1,5 м. Гексагон выбран в связи с тем, что данная геометрическая фигура широко встречается в природе в качестве элементарной ячейки в системах плотнейшей упаковки вещества (кристаллические структуры, пчелиные соты и т.д.).

2. Семена с материнских растений осыпаются на почву без сильно загущенной растительности в радиусе 4,5 м, при этом никакими иными способами они не распространяются (отсутствуют зимний перенос семян по насту, перенос семян животными, тальми водами и т.д.).

3. Зацветают и плодоносят (на второй год после прорастания) только растения, находящиеся на границе ценопопуляции, как особи, находящиеся по экологическим факторам (свет, доступность

почвенного питания и т.д.) в лучших условиях. В расширении границ ценопопуляции "внутренние" растения (находящиеся в окружении других растений) не принимают участие (рис. 1).

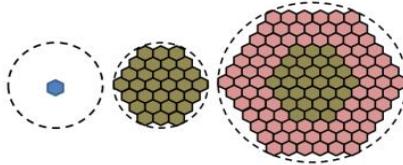


Рис. 1. Модель распространения растений в границах ценопопуляции борщевика (в схематическом виде представлено последовательное увеличение числа растений и площади ценопопуляции от начала плодоношения материнского растения, на 1, 2 и 3-й года

4. Границы ценопопуляции описываются правильным шестиугольником, при этом расширение ее границ происходит во всех направлениях в однородном и наиболее благоприятном с экологической точки зрения (по климатическим, эдафическим и биотическим факторам) пространстве.

При моделировании определялась только пространственная динамика распространения вида, расчет численности особей (фитоценотических единиц) в силу необходимости привлечения значительно большего числа параметров не проводился.

С учетом проведенных расчетов площадей правильных шестиугольников для различных периодов после появления первого материнского растения (расчеты проведены с помощью электронных таблиц в Excel), можно вывести и приближенную математическую зависимость изменения площади ( $S$ ) в  $m^2$  ценопопуляции борщевика от времени ( $t=2n+1$ ), измеряемого в годах (где  $n$  – число двухлетних циклов плодоношения), прошедшего после появления первого растения. Данная зависимость неплохо аппроксимируется функцией в виде полинома второго порядка:

$$S=14,47 \cdot t^2 - 28,94 \cdot t + 14,46.$$

Бесспорно, что представленная модель имеет много упрощений, однако она позволяет в первом приближении прогнозировать динамические процессы расширения границ ценопопуляций борще-

вика. Кроме того, по мере накопления экспериментального материала, модель, несомненно, будет усложняться, что приведет к повышению ее адекватности.

Результаты расчетов по гексагональной модели свидетельствуют, что в идеальных экологических условиях, при постоянстве биометрических параметров и неизменном во времени цикле онтогенеза растений, из одного единственного семени БС за тридцатилетний период может сформироваться ценопопуляция площадью около 1 га, имеющего размер поперечника около сотни метров. При наличии дополнительных факторов, способствующих более широкому пространственному распространению семян от этой ценопопуляции, ее размеры могут быть и существенно больше.

Для подтверждения теоретических расчетов, проведенных с помощью гексагональной модели нами, был заложен полевой опыт в Ковровском районе в окрестностях д. Старая. В мае 2021 года была выбрана площадка на опушке леса, на которой произрастала компактная изолированная группа растений борщевика одно- и двухлетнего возраста численностью несколько десятков растений.

Границы исходной ценопопуляции были зафиксированы (получился сложный многоугольник), далее два раза в год (в мае и сентябре), начиная с 2021 года, проводились замеры и определение границ данной ценопопуляции. Положение границ изучаемой ценопопуляции в 2021 и 2024 годах приведены на рис. 2.

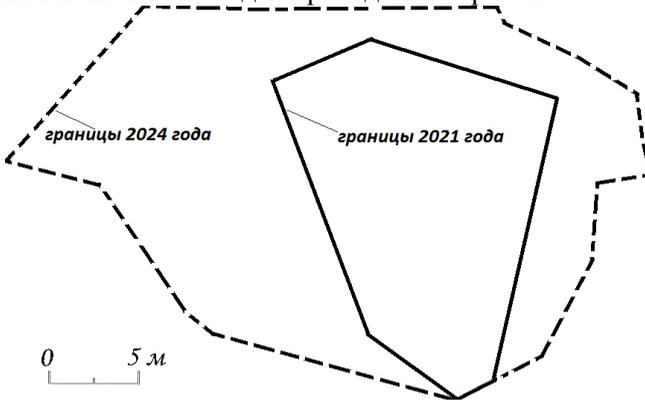


Рис. 2. Границы ценопопуляции борщевика сибирского в мае 2021 и 2024 годах

С помощью программы ImageJ по точно снятому инструментальным методом плану границ (использование GPS, к сожалению, не дало необходимой точности) ценопопуляции произведено определение площадей по состоянию на 2021 и 2024 годы. Они составили (примерно): 2021 год – 205 м<sup>2</sup>, 2024 год – 554 м<sup>2</sup>.

Если использовать математическую (гексагональную) модель, приведенную выше, то за 2,5 двухгодичных периода (в 2021 году на площадке уже были растения первого года жизни), то получим, что теоретическая площадь ( $S_T$ ) ценопопуляции должна была составить:

$$S_T = 14,47 \cdot t^2 - 28,94 \cdot t + 14,46 = 14,47 \cdot (2,5 \cdot 2 + 1)^2 - 28,94 \cdot (2,5 \cdot 2 + 1) + 14,46 \approx 362 \text{ м}^2.$$

С учетом того, что на момент определения границ ценопопуляция уже имела площадь ( $S_0$ ) в 205 м<sup>2</sup>, получаем, что за четыре года суммарная площадь ценопопуляции составит:  $S_{\Sigma} = S_0 + S_T = 205 + 362 = 567 \text{ м}^2$ .

Как видим, полученное расчетное значение не сильно отличается от реальной площади (554 м<sup>2</sup>), что говорит об определенной адекватности даже такой упрощенной модели.

Бесспорно, что повышение объема статистической информации (увеличение объема экспериментальных площадок по типу приведенной выше) позволит подкорректировать модель и существенно повысить ее адекватность. Данное направление выбрано нами в качестве следующего этапа.

### Список литературы

1. Сацыперова, И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Перспективы использования в народном хозяйстве / И.Ф. Сацыперова. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1984. – 223 с.
2. Виноградова, Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.

УДК 338

## **ОЦЕНКА ГИБКОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Бралгина А.А., магистрант,  
Чернова О.В., канд. экон. наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье раскрывается значение гибкости промышленного предприятия как неотъемлемой составляющей экономической безопасности, а также представлена структура оценки гибкости предприятия с целью выявления «узких мест» в работе компании и их устранения.

*Ключевые слова:* гибкость промышленного предприятия, экономическая безопасность, система оценочных показателей.

В настоящее время большинство стран мира переживают период сильной геополитической, социально-экономической нестабильности. События последних лет оставили глубокий след на развитии всех экономик и отраслей. Глобализация, которая ранее была одним из главных тенденций развития человечества, начинает меняться: ограничивается свободное перемещение товаров, разрушаются логистические цепочки, закрываются некоторые рынки сбыта, перекрываются каналы снабжения.

Экономическая безопасность промышленных предприятий во многом зависит от его гибкости. Стандартизированные, в основном директивные методы управления, хотя и обеспечивают оперативное выполнение задач, но во многих случаях не содержат достаточного уровня гибкости. Особое место в формировании системы гибкого управления занимают управленческие решения, которые непосредственно реализуются руководством предприятия и обеспечивают функционирование такой системы, которая основана на информации о внутренней и внешней среде хозяйствующих субъектов [3].

Сущность гибкости промышленного предприятия заключается в его способности быстро и адекватно реагировать на любые изменения внешней и внутренней среды, обеспечивая при этом эффективное функционирование и сохранение конкурентоспособности. Гибкость включает в себя многоаспектный подход, охватывающий производственные, технологические, организационные, кадровые, логистические и финансовые компоненты. Она позволяет предприятию сохранять устойчивость в условиях неопределённости и динамичности современного бизнеса. «Гибкость предприятия – зеркало его конкурентоспособности, основа инновационной активности, усилитель роста добавленной стоимости» [2].

Одним из главных вопросов обеспечения устойчивости, конкурентоспособности и экономической безопасности предприятия в условиях динамично меняющегося рынка и технологических требований является вопрос оценки уровня его гибкости с целью выявления «узких мест» в работе компании и их устранения.

Ниже представлена структура системы оценочных показателей гибкости промышленного предприятия, включающая ключевые этапы разработки и применения:

#### 1. Определение целей и задач

##### Цели:

- Оценить текущую степень гибкости предприятия.
- Выявить узкие места и потенциальные риски.
- Определить направления улучшения гибкости.

##### Задачи:

- Сбор и анализ данных о текущих показателях гибкости.
- Разработка критериев и методов оценки.
- Проведение регулярного мониторинга и анализа изменений.

#### 2. Выбор показателей гибкости

##### 1. Внутренние факторы

##### 1.1 . Производственная гибкость:

- Время переналадки оборудования
- Коэффициент плотности производственного цикла
- Универсальность оборудования
- Загрузка производственных мощностей

### 1.2. Технологическая гибкость:

- Уровень автоматизации и цифровизации производства
- Инвестиции в НИОКР

### 1.3. Логистическая гибкость:

- Срок выполнения поставки
- Эффективность цепочки поставок

### 1.4. Кадровая гибкость:

- Эффективность обучения персонала
- Доля рабочих с максимальным разрядом в среднесписочной численности

### 1.5. Финансовая гибкость:

- Ликвидность активов
- Рентабельность производства
- Коэффициент соотношения оборотных и внеоборотных активов
- Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности

### 1.6. Организационная гибкость:

- Адаптивность структуры управления: степень децентрализации полномочий и ответственности.

## 2. Внешние факторы

### 2.1. Рыночная среда:

- Изменчивость спроса
- Конкуренция

### 2.2. Экономическая среда:

- Инфляция и валютные колебания
- Экономический рост/спад
- Кредитование и инвестиции

### 2.3. Технологические изменения:

- Появление новых технологий
- Стоимость внедрения

### 2.4. Политико-правовая среда:

- Политическая стабильность
- Законодательные изменения
- Экологическое регулирование

### 3. Методы сбора данных

– Анализ документов: изучение отчетов, планов, бюджетов и других внутренних документов предприятия. Применение таких анализов, как: SWOT, PEST, ABC, XYZ анализы, матрица БКГ.

– Интервью и опросы: проведение интервью с сотрудниками и руководителями подразделений организации.

– Наблюдение: непосредственное наблюдение за производственными процессами и работой сотрудников.

– Использование автоматизированных систем: сбор данных через ERP-системы, системы учета рабочего времени и другие информационные системы.

### 4. Критерии оценки

Каждому показателю необходимо присвоить весовой коэффициент в зависимости от его значимости для конкретного предприятия (см. табл. 1) [1].

Таблица 1

Показатель	Весовой коэффициент
Производственная гибкость	0.30
Технологическая гибкость	0.25
Логистическая гибкость	0.20
Кадровая гибкость	0.15
Финансовая гибкость	0.10

Затем каждый показатель оценивается по шкале от 0 до 1 (при необходимости шкала может изменяться), где 0 – низкий уровень гибкости, а 1 – высокий уровень гибкости. Итоговый индекс гибкости рассчитывается по формуле:

$$\text{Индекс гибкости} = \sum_{i=1}^n (\text{Показатель}_i \times \text{Вес}_i), \quad (1)$$

где  $n$  – общее количество показателей.

Гибкость – понятие динамическое, поэтому в оценке гибкости необходимо использовать темп роста показателей, отражающий улучшение или ухудшение ситуации на предприятии. Чем коэффициент ближе к 1, тем гибкость выше. Важно отметить, что для некоторых показателей увеличение значений является положительной тенденцией, и в таких случаях нам нужно разделить показатели текущего года на показатели предыдущего года. Однако для других показателей, напротив, снижение значений может быть признаком улучшения, и в этом случае необходимо производить расчёт в обратном порядке.

#### 5. Анализ результатов и разработка рекомендаций

После расчета индекса гибкости проводится анализ полученных данных. Основные шаги включают: сравнительный анализ с предыдущими результатами, идентификация слабых мест и сильных сторон, разработка плана мероприятий по улучшению гибкости предприятия.

Рекомендации могут включать: инвестиции в модернизацию оборудования, обучение и повышение квалификации сотрудников, оптимизацию логистических процессов, улучшение финансового планирования и управления активами и др.

#### 6. Мониторинг и корректировка

Рекомендуется проводить оценку гибкости не реже одного раза в год, а также при значительных изменениях внешних условий или внутренней стратегии предприятия. Корректировки могут включать пересмотр весовых коэффициентов, добавление новых показателей или изменение методики оценки в соответствии с новыми требованиями и целями.

Данная система оценки гибкости промышленного предприятия предоставляет комплексный инструмент для определения текущего уровня гибкости и выявления направлений для ее улучшения. Регулярное использование этой системы способствует повышению устойчивости, экономической безопасности и конкурентоспособности предприятия в условиях нестабильной рыночной среды.

### Список литературы

1. Блохин, К.А. Оценка и формирование гибкости промышленного предприятия [Электронный ресурс] / К.А. Блохин. – Режим доступа: [https://new-disser.ru/\\_avtoreferats/01005490170.pdf](https://new-disser.ru/_avtoreferats/01005490170.pdf). Дата обращения: 03.12.2024

2. Жуков, Б.М. Гибкость предприятия как зеркало его конкурентоспособности, усилитель роста добавленной стоимости [Электронный ресурс] / Б.М. Жуков. – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/28\\_NPM\\_2013/Economics/10\\_145416.doc.htm](http://www.rusnauka.com/28_NPM_2013/Economics/10_145416.doc.htm). Дата обращения: 03.12.2024

3. Курганова, О.Б. Внедрение системы экономической безопасности на предприятии и ее влияние на результаты хозяйственной деятельности предприятия [Электронный ресурс] / О.Б. Курганова, А.В. Кравченко. – Режим доступа: [https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/53695/1/Курганова\\_Внедрение.pdf](https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/53695/1/Курганова_Внедрение.pdf). Дата обращения: 03.12.2024

УДК 372.8

### **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

*Опрятнова Ю.Г., канд. пед. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматривается необходимость, особенности и возможности формирования экологического сознания на занятиях по иностранному языку в вузе. Автор приводит систему разноуровневых заданий, подходящую для работы над разговорными темами и отвечающую поставленной цели формирования экологического сознания студентов.

*Ключевые слова:* экологическое сознание, экологическое образование, экологические представления, разноуровневые задания, тексты по специальности.

Бережное отношение человека к природе – насущная необходимость и чрезвычайно важная проблема современности. Глобализация, урбанизация, увеличение населения, рост бездумного потребления и загрязнения окружающей среды привели к ухудшению экологической ситуации. Человечество, наконец, пришло к выводу, что нельзя бесконтрольно использовать природные ресурсы. Обеспокоенность проблемами окружающей среды подводит к необходимости решения экологических проблем. В связи с этим проблема экологического образования в целом и формирование экологического сознания в частности становится все более актуальной в наши дни.

Здесь необходимо уточнить, что понимается под экологическим сознанием. Существует множество определений этого феномена с философской, психологической, историко-культурной и социологической точек зрения. В нашей статье мы будем придерживаться определения, данного исследователем В.П. Беркутом: «экологическое сознание представляет собой познавательную ценностную форму социального отражения взаимодействия человека (общества) и природы, представленную в виде идеальных или реальных потребностей и интересов, обладающую активностью, а также деятельностным всеобщим характером» [1].

Идеальным средством формирования экологического сознания, на наш взгляд, является иностранный язык. Иностранный язык имеет огромный воспитательно-образовательный потенциал, то есть его изучение дает возможность получать знания практически в любой сфере. В этом и заключается специфика иностранного языка как учебной дисциплины – знания о мире и коммуникация являются как целью, так и средством изучения предмета [2].

По мнению исследователя В.А. Павленко, экологическое образование на занятиях по иностранному языку призвано решить следующие задачи:

1) Формирование адекватных экологических представлений, т.е. представлений о взаимосвязях в системе «человек-природа» и в

самой природе, что поможет понять, как следует поступать с точки зрения экологической целесообразности.

2) Формирование соответствующего отношения к природе, целей взаимодействия человека с природой, его мотивов, готовности выбирать те или иные стратегии поведения.

3) Формирование системы умений и навыков и стратегий взаимодействия с природой [3].

Таким образом, помимо совершенствования знаний и умений в иностранном языке, студент получает различные знания и компетенции в других направлениях, в частности в экологии. Проблемы и вопросы экологии являются сквозными и могут опосредованно изучаться в рамках абсолютно любой другой темы.

Проиллюстрируем некоторые темы из рабочей программы по английскому языку Ковровской государственной технологической академии им. В.А. Дегтярева и оценим их потенциал с точки зрения формирования экологического сознания, приведя конкретные примеры разноуровневых заданий к ним. Задания составлены таким образом, чтобы развить умения во всех видах речевой деятельности – чтение, говорение, аудирование, письмо.

Темы первого курса.

1. Family. People and Relationships. Яймаясемья. Состав семьи. Отношения.

- Watch the video, listen to the song “Wash my World” (<https://rutube.ru/video/78ae4a319c23e550a23555891f5e1aae/>) and describe the ecological problems mentioned in it.

- Answer the question. What do you do to save the environment?

2. Housing. Дом и жилищные условия.

- Answer the question. What is better – to live in the city or in the countryside?

- Debate what eco-friendly functions are necessary in so-called “Smart House”.

3. Meals. At the café. Еда. В кафе.

- Write about what you think healthy food is.

- Describe an ideal eco-friendly café.

4. Hobby. Хобби.

- Characterize eco-friendly hobbies.

- Do you have a car? Read the extract from the Internet news line: “Farmers in Illinois are trying a fuel in their tractors made from soybeans”. Think it over; give your pros and cons.

5. Shopping. Покупки.

- Make a list of rules “How to do shopping, taking care of nature”.
- Prove the statement: “Everyone should throw away less trash”.

6. Education. Students’ Life. Образование. Студенческая жизнь.

- Make a report about students-volunteers in your town/city.
- Work out the series of actions/events for students of your faculty to save your town clean.

Тема второго курса.

1. English-speaking Countries and their National Traditions. Страны изучаемого языка. Национальные традиции стран изучаемого языка.

- Make a report or a presentation on the topic “What are the most important ecology problems of Great Britain?”

- Debate the role of Greenpeace in Great Britain / the USA.

2. Science and Technology. История, современное состояние и перспективы развития науки и техники.

- Write an essay on the topic “Renewable Energy sources”, describe alternative renewable energy sources – what are they? How do they work?

- Debate what scientists do to reduce air and water pollution.

Таким образом, исходя из вышесказанного, мы видим, что практически любое задание в данных темах можно привести в соответствие с поставленной целью формирования экологического сознания, вовлечь студентов в решение проблем экологии и развить экологическую осознанность.

Кроме того, для студентов – будущих специалистов по техно-сферной безопасности - в Ковровской государственной технологической академии им. В.А. Дегтярева мы используем профессионально-ориентированные тексты следующей тематики: «Загрязнение окружающей среды», «Стихийные бедствия», «Службы спасения», «Оказание первой помощи» и т.д. После работы с текстами на основе полученной информации можно предложить студентам про-

вести круглый стол по теме. Например, «Загрязнение окружающей среды» - обсуждение предложений о том, как уменьшить негативное влияние человека на природу, какие альтернативные виды топлива существуют и т.д. Или предложить создать проект: студенты делятся на группы, каждая готовит вступление по одному из вопросов – основные причины загрязнения, последствия, меры по защите и т.п.

Таким образом, делая вывод, мы можем сказать, что экологическое сознание формируется на протяжении всей жизнедеятельности человека. Обучение в вузе предоставляет для этого широкие возможности. Иностраный язык, на наш взгляд, является идеальным средством формирования экологического сознания, поскольку обладает мощным воспитательно-образовательным потенциалом, позволяющим расширять и углублять свои знания посредством изучения других языков и культур. Приведенная выше система заданий для работы по заявленным темам, по нашему мнению, может быть включена в программу подготовки студентов технического вуза, отвечая поставленным учебным и воспитательным задачам.

### Список литературы

1. Беркут, В.П. Феномен экологического сознания: социально-философский анализ: автореф. дис. ... д-ра филос. наук / В.П. Беркут. – М., 2002. – 42 с.
2. Дюндик, Ю.Б. Формирование экологической осознанности на занятиях по иностранному языку: из опыта работы [Электронный ресурс] / Ю.Б. Дюндик. – Режим доступа: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/55720/view>. (Дата обращения 29.11.24).
3. Павленко, В.А. Экологическое воспитание студентов на уроках иностранного языка [Электронный ресурс] / В.А. Павленко. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-vospitanie-studentov-na-urokah-inostrannogo-yazyka>. (Дата обращения 8.12.24).

УДК 159.99

## ДИАГНОСТИКА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА РУКОВОДИТЕЛЕЙ

*Беспалова А.В., канд. психол. наук,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия им. В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются методы диагностики эмоционального интеллекта, отмечаются особенности диагностики и дается интерпретация. Определены методы для использования в оценке личности руководителя в период организационных изменений.

*Ключевые слова:* эмоциональный интеллект, внутриличностный и межличностный эмоциональный интеллект, модели эмоционального интеллекта.

В настоящее время актуальность приобретает вопрос обеспечения психологической безопасности личности в период активных изменений. Эти изменения носят разносторонний характер, и касаются многих сфер жизнедеятельности. Так изменения в профессиональной деятельности вызваны технологическими, социальными и другими преобразованиями. Единственное, что остается постоянным – это человеческий ресурс. Поэтому так важно развить потенциал работников и сохранять их достижения.

В этом разрезе значимостью обладает деятельность управленческого звена. Эффективное взаимодействие с людьми часто определяется уровнем развития эмоционального интеллекта, что обуславливает формирование эмоциональной компетентности. Развитый эмоциональный интеллект руководителя определяет направление движения коллектива и каковы будут новообразования/потери. В связи с этим целесообразно проводить диагностику эмоционального интеллекта у руководителей структурных подразделений.

На сегодняшний день существует две группы методик: методы, основанные на решении задач и методы субъективной оценки.

В нашей стране наибольшую популярность получили методы субъективной оценки эмоционального интеллекта. Есть несколько опросников, которые позволяют проводить диагностику. Одной из

наиболее известных концепций и методик «Диагностика эмоционального интеллекта» автор Н. Холл. Эта концепция получила свою популярность благодаря структуре эмоционального интеллекта, предложенная автором [4, с.116]:

- эмоциональная осведомленность (понимание своего внутреннего состояния);
- управление собственными эмоциями (навык по сознательному контролю испытываемых эмоций);
- самомотивация (управление собственным поведением за счет управления эмоциями);
- эмпатия (умение осознавать эмоции других людей, готовность оказать деятельную востребованную поддержку);
- управление эмоциями других людей (навыки воздействия на эмоции других людей).

Анализируя структуру эмоционального интеллекта, хочется отметить ее многогранность и ее применимость в вопросах организационных изменений, оценки ресурсов руководителей. Интересно, что существует множество ссылок на работу «Эмоциональный интеллект: учебник для начинающих», но найти данную книгу в реальности или интернет пространстве не представляется возможным. Также методика Н. Холла была переведена, но нет конкретных данных об адаптации опросника. Разными авторами дается разная интерпретация результатов методики.

Методика эмоционального интеллекта К. Бачарда частично основывается на теории Д. Гоулман. Методика была адаптирована группой ученых Г. Г. Князев, Л. Г. Митрофанова, О. М. Разумникова [3], и показала отличные результаты. Этот опросник позволяет измерить некоторые компоненты эмоционального интеллекта: позитивная экспрессивность, негативная экспрессивность, внимание к эмоциям, принятие решений на основе эмоций, сопереживание радости, сопереживание несчастью, эмпатия. Эта методика широко представила полярность эмоциональных переживаний, но при этом мало информативна при анализе личности в период организационных изменений.

В 2016 г. А.В. Варицким была адаптирована отдельная версия теста эмоционального интеллекта Шутте [1]. Этот опросник строится на модели эмоционального интеллекта Майера-Сэловея. В результате опроса исследователь получит общий показатель эмо-

ционального интеллекта. Адаптация методики проходила на группе спортсменов, и не имела достаточной выборки. С точки зрения применения этой методики в оценке личности в период изменений не дает нам понимания внутренних процессов работы эмоционального интеллекта.

Опросник по эмоциональному интеллекту (Trait Emotional Intelligence Questionnaire, TEIQue), адаптированный А. А. Панкратова и Д. С. Корниенко в 2021 г., позволяет исследовать составляющие эмоционального интеллекта [6]. Методика разработана К. Петридес и А. Фернхем, которые ввели новые конструкты – эмоциональный интеллект как черта. В данной модели эмоциональный интеллект рассматривается как совокупность когнитивных способностей, которые определяют оперирование эмоциями, и личностных черт, которые помогают осуществлять операции с эмоциями. В результате нам раскрываются 2 шкалы: «Поддержание отношений», обуславливающая внутриличностный эмоциональный интеллект, и «Социальная компетентность», раскрывающая межличностный эмоциональный интеллект. Методика позволяет исследовать личностные черты необходимые для поддержания межличностных отношений и достижения профессиональных задач в общении, что особенно актуально для руководителей в период изменений.

Единственная методика, разработанная в России, это тест эмоционального интеллекта ЭМИн Д.В. Люсина. Содержание методики обусловлено теоретическими представлениями автора. Эмоциональный интеллект рассматривается как способность к пониманию своих и чужих эмоций и управлению ими [5, 8, с.264]. Методика позволяет определить уровень межличностного и внутриличностного эмоционального интеллекта, понимание и управление эмоциями. В настоящее время методика стандартизирована и показала высокую надежность, но есть сложности при валидации методики. Поскольку существенный недостаток методики состоит в субъективной оценке собственных возможностей испытуемых. Но учитывая авторскую концепцию в рассмотрении эмоционального интеллекта, это может быть интересно при анализе личности руководителя в период изменения.

Все представленные выше опросники – это методики, основанные на субъективном восприятии испытуемым самого себя, что как результат – отсутствие объективности. Но и эмоциональный

интеллект рассматривается никак интеллект, а как личностная черта. Эмоциональный интеллект как черта связан с оценкой устойчивости поведения в различных ситуациях, поэтому для его измерения могут применяться опросники.

Среди методов, основанных на решении задач, в настоящее время переведена и адаптирована методика Мэйера–Сэловея–Карузо (MSCEIT V2.0) адаптация Сергиенко Е.А., Ветровой И.И. [7] Теоретическая концепция П. Сэловея и Дж. Мэйера носила новаторской характер в 1990-х годах. Они утверждали, что эмоциональный интеллект – это способность осознавать собственные и чужие эмоции, уметь дифференцировать их и применять полученную информацию для корректировки мыслительных процессов и поведения [2, с.56]. Метод позволяет 4 фактора: идентификация эмоций, повышение эффективности мышления, понимание эмоций, управление эмоциями. При валидизации данной методики используются две метода: экспертный и консенсусный. В нашей стране чаще используют консенсусный метод, основанный на выборе большинства. Здесь целесообразно учитывать особенности участников консенсуса, они должны отражать исследуемую выборку. С точки зрения исследования эмоционального интеллекта руководителя в период изменений целесообразно использовать данную методику, поскольку она подчеркивает когнитивную составляющую, что определяет большую устойчивость поведения руководителя.

Таким образом, существует множество методов исследования эмоционального интеллекта, которые могут удовлетворить потребности исследователя. Анализируя методы диагностики с позиции обеспечения психологической безопасности личности в период изменений, мы пришли к выводу, что оптимальными могут быть опросник по эмоциональному интеллекту (TraitEmotionalIntelligence-Questionnaire, TEIQue), тест эмоционального интеллекта ЭМИн (Д.В. Люсина) и методика Мэйера–Сэловея–Карузо (MSCEIT V2.0). Использование двух типов методик позволит рассмотреть эмоциональный интеллект руководителей с двух сторон как интеллект и как личностную черту характера. Это даст более объемный психологический портрет руководителя в период организационных изменений.

### Список литературы

1. Варицкий, А. Ю. Особенности психодиагностики эмоционального интеллекта личности с помощью опросника Шутте / А.Ю. Варицкий // Современные проблемы психологии и образования в контексте работы с различными категориями детей и молодежи: материалы научно-практической конференции / отв. ред. Р. Е. Барбанов. – М.: МФЮА, 2016. – С. 258–273.
2. Досманова, К. Ю. Обзор исследований эмоционального интеллекта спортсменов-баскетболистов / К.Ю. Досманова // Актуальные вопросы спортивной психологии и педагогики. – 2024. – Т. 4, № 1 – С.55–61.
3. Князев, Г.Г. Адаптация русскоязычной версии Опросника эмоционального интеллекта К. Бачард / Г.Г. Князев, Л.Г. Митрофанова, О.М. Разумникова // Психологический журнал – 2012. – №4. – С.112-120.
4. Кондратенко, А.Б. Сравнительный анализ методик Н. Холла и Д. Люсина для измерения эмоционального интеллекта (на примере будущих государственных служащих) / А.Б. Кондратенко, А.Н. Григорьев, Б.А. Кондратенко // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2021. №1(63). – С.115-118
5. Люсин, Д.В. Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭМИн / Д.В. Люсин // Психологическая диагностика. – 2006. – № 4. – С. 3-22.
6. Панкратова, А. А. Русскоязычная адаптация краткой версии опросника TEIQue (Trait Emotional Intelligence Questionnaire) К. Петридеса и А. Фернхема / А.А. Панкратова, Д.С. Корниенко, А.В. Фетисова // Вопросы психологии. – 2021. – №1, Т.67. – С.130-144.
7. Сергиенко, Е. А. Тест эмоционального интеллекта: метод. пособие / Е.А. Сергиенко, Е.А. Хлевная, И.И. Ветрова, Ю.П. Мигун. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2019. – 178 с.
8. Социальный и эмоциональный интеллект: От процессов к измерениям / под ред. Д. В. Люсина, Д. В. Ушакова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – 351 с.

УДК 504+372.854

## **АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ**

*Гаверонская Ю.Ю., д-р пед. наук, канд. хим. наук, доцент,  
Бычков В.М., студент, Ямщикова Д.С., соискатель,  
Российский государственный педагогический университет  
им. А. И. Герцена*

*Аннотация.* В статье рассмотрены примеры бытового использования средств, содержащих агрессивные потенциально опасные вещества, как содержательная основа интегративных контекстных заданий для формирования естественнонаучной грамотности при обучении химии.

*Ключевые слова:* естественнонаучная грамотность, обучение химии, безопасность.

Под естественнонаучной грамотностью понимают способность человека эффективно применять полученные знания из области химии, биологии, физики, экологии, географии и других естественных наук для обоснованной безопасной активной деятельности в окружающей природной и техногенной среде [1]. Проявляется естественнонаучная грамотность в различных конкретных ситуациях и контекстах, как в глобальных, так в очень локальных, личных масштабах [2]. В настоящем сообщении мы остановимся на примерах использования бытовых средств, содержащих агрессивные потенциально опасные вещества, и связанных с ними ситуациях, которые могут стать содержательной основой формирования естественнонаучной грамотности на уроках химии.

С развитием современных технологий и интернета маркетплейсы стали доступной и удобной альтернативой магазинам. Данные платформы предоставляют возможность покупать онлайн различные товары, в том числе бытовую химию. Разнообразие предлагаемых товаров на маркетплейсах в разы больше, чем в обычных магазинах бытовой химии. В том числе, в свободной продаже уда-

ется найти средства содержащие концентрированные кислоты, щелочи и другие потенциально опасные вещества, а порой и чистые реактивы, отпускаемые под видом сверхэффективных бытовых средств. Так, например, в одном из популярных маркетплейсов возможно найти следующие товары: «Соляная кислота», «Известь хлорная», «Каустическая сода» и другие (рис.1).



Рис.1. Реклама средств бытовой химии в свободной продаже

Указанные средства содержат потенциально опасные вещества, такие как: 14% соляная кислота, хлорная известь (до 25% активного хлора) [3], каустическая сода (до 98,4% чистого гидроксида натрия) [4]. По отзывам покупателей и популярности таких товаров можно сделать вывод, что данные средства очень эффективно используются для уборки дома. Но, с точки зрения безопасности, данные соединения являются достаточно едкими, и свободное распространения таких концентрированных средств вызывает большое количество вопросов и поводов для обсуждения на уроках химии. Обратимся к техническим характеристикам и описанию химических свойств приведенных веществ и их опасности, которые школьники могут найти самостоятельно.

Соляная кислота – раствор хлороводорода в воде, сильная неорганическая кислота, представляющая собой бесцветную жидкость, несколько тяжелее воды, в высоких концентрациях парящую на воздухе парами газообразного хлороводорода. Концентрированной считается соляная кислота с концентрацией более 37%, к свободной продаже разрешена соляная кислота с концентрацией менее 15% [5]. Важно отметить, что данный стандарт применим к соляной

кислоте как к химическому реактиву. ГОСТ по товарам бытовой химии допускает концентрацию кислот до 20%, и pH кислых средств, не контактирующих с кожей рук менее 3. Однако, pH 14% раствора соляной кислоты находится в отрицательной области, а при пересчете массовой концентрации в молярную мы получаем 4 молярный раствор соляной кислоты, который по свойствам примерно сравним с раствором концентрированной кислоты с водой в пропорции 1:2, который способен растворять железо. Проведем лабораторный практикоориентированный опыт: действие 14% HCl на нержавеющей сталь в виде канцелярских кнопок (рис.2).



Рис.2. Растворение металлических кнопок в соляной кислоте

Предположим, что знание в воздействии кислоты на металл, о необходимости работы в перчатках и мытье рук осталось в памяти; и человек сохранил его на долгие годы. Однако, коррозионное вещество может «скрываться» под вполне безобидным названием: «Солевая эссенция», «Антиналет», «Мой-ка!» и другие. Для формирования естественнонаучной грамотности мы предлагаем использовать в интегративных контекстных заданиях сюжеты, основанные на покупке и применении средств бытовой химии с неявным составом. При решении таких заданий необходимо найти нужные данные, произвести перевод информации из одной формы в другую, сделать предположение, выбрать возможный прогноз и найти аргументированное доказательство. Именно в таких случаях естественнонаучно грамотный человек, изучив состав препарата, не допустит фатальных ошибок, например, отравившись парами HCl.

Кроме реакции с металлом, соляная кислота может образовывать едкие пары, реагируя с водяным паром, содержащимся в воз-

духе. Расчет давления пара HCl над 14% раствором показывает, что соляная кислоты данной концентрации может создать концентрацию, превышающую ПДК для нерабочих помещений, что может являться причиной отравлений этими парами. Подобную содержательную основу можно заложить в задание по естественнонаучной грамотности для студентов.

Еще одним потенциально опасным средством бытовой химии является хлорная известь, известная в быту как «хлорка». Контекст задания для формирования естественнонаучной грамотности предусматривает ситуацию, в которой излишне старательная хозяйка соединяет хлорную известь с кислотосодержащим средством. Действия обучающегося: найти информацию о составе, сформулировать гипотезу, спланировать эксперимент по ее проверке, сделать вывод. В состав хлорной извести входит смешанный хлорид-гипохлорит кальция или техническая смесь гипохлорита, хлорида и гидроксида кальция. При реакции хлорной извести с кислотой образуется газообразный хлор, в концентрациях, опасных для жизни и здоровья. Доказательством может стать эксперимент взаимодействия «хлорки», используемой для дезинфекции помещений, с соляной кислотой концентрации, приближенной к 14%. Выделение хлора фиксируется по окрашиванию (потемнению) пропитанной раствором иодида калия фильтровальной бумаги.

Аналогично можно построить задание о взаимодействии каустической соды и изделий из алюминия. Каустическая сода, или каустик, который фактически является чистым гидроксидом натрия свободно продается на маркетплейсах. Гидроксид натрия — едкое, токсичное вещество, вызывающее при контакте с кожей сильные, глубокие, долго незаживающие химические ожоги. Но еще одной опасностью, вызванной неправильным использованием этого средства, может являться реакция раствора гидроксида натрия с алюминием. В быту нам часто приходится использовать алюминиевые предметы: посуда, кухонная утварь, алюминиевые раковины. Алюминий обладает амфотерными свойствами, то есть способен растворяться в щелочах с выделением водорода и огромного количества тепла. Смешав каустическую соду с гранулами алюминия в сухом виде, мы не сможем увидеть взаимодействия, поскольку реакция происходит в только в растворе. При добавлении небольшого коли-

чества воды начинается реакция, теплового эффекта которой хватает, чтобы смесь вскипела и почти выплеснулась из пробирки (рис.3). Эксперимент необходимо проводить с соблюдением правил техники безопасности. Эксперимент моделирует попытку использовать каустик как моющее средство для алюминиевых изделий. Газообразный водород не так опасен, как тепловой эффект этой реакции, но, есть вероятность образования гремучего газа — взрывоопасной смеси воздуха с водородом, т.к. при этой реакции его образуются достаточно большие количества.

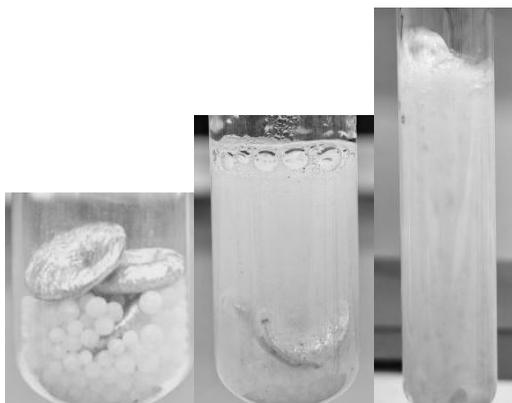


Рис. 3. Взаимодействие каустической соды с алюминием

Вопросы безопасного использования химических веществ в быту безусловно отражены в школьном и вузовском курсах химии, например, в разделе «Химия и жизнь». Однако ассортимент таких агрессивных, едких, вызывающих отравления различной природы, веществ чрезвычайно велик. При этом человек уже не мыслит комфортного существования без их применения. Потому знание основ химической науки с совокупности с компетенциями естественнонаучной грамотности необходимы для успешного безопасного функционирования в современном обществе даже на уровне повседневной жизни, не говоря о сложных абстрактных знаниях, творческой профессиональной деятельности или экспертной оценке, где вопросы безопасности выходят на принципиально другой уровень.

### Список литературы

1. Гавронская, Ю. Ю. Формирование функциональной естественнонаучной грамотности школьников / Ю. Ю. Гавронская, Д. С. Ямщикова // Педагогика. – 2021. – Т. 85, № 1. – С. 48-54.

2. Гавронская, Ю. Ю. Использование лайфхаков для формирования естественно-научной грамотности / Ю. Ю. Гавронская, Д. С. Ямщикова // Непрерывное образование. – 2020. – № 3(33). – С. 94-97.

3. ГОСТ Р 54562. Известь хлорная. Технические условия: утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 29 ноября 2011 г. N 646- ст: введен впервые. – Режим доступа:

<https://rostest.info/gost/001.071.060.050/gost-r-54562-2011/> (дата обращения: 18.12.2024).

4. ГОСТ Р 55064. Натр едкий технический. Технические условия: утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 14 ноября 2012 г. N 762- ст: введен впервые. – Режим доступа: [https://uvtrade.ru/wp-content/uploads/2021/01/gost\\_p\\_55064-2012.pdf/](https://uvtrade.ru/wp-content/uploads/2021/01/gost_p_55064-2012.pdf/) (дата обращения: 18.12.2024).

5. Трепалина, Е. Соляная кислота / Е. Трепалина // Гражданская защита. – 2013. – № 12. – С. 24-26.

УДК 574

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАЦИОННЫХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. ОРЕДЕЖ

*Роговая О.Г., д-р пед. наук, канд. хим. наук, профессор,  
Бычков В.М., студент; Зорина М.С., учитель химии,  
Российский государственный педагогический университет  
им. А.И. Герцена*

*Аннотация.* В статье рассмотрены возможности использования результатов количественной оценки влияния гидромелиорационных стоков на качество воды водохранилища для управления качеством поверхностных вод. Проведенные исследования свидетельствуют о возможности «самоочистки» акваэкосистемы от аллохтонных орга-

нических соединений гумусовой природы. Предложено использовать комплексный показатель гумусности поверхностных вод.

*Ключевые слова:* малые водные объекты, гидромелиорационные стоки, растворенные органические вещества, гумусность, устойчивость экосистемы.

В настоящее время в Северо-Западном регионе РФ более трети мелиорированных земель не используются, происходит деградация почв, уменьшается их плодородие. Гидромелиорационные стоки относятся к антропогенным факторам экологического риска для водных экосистем и рекреационных зон селитебных территорий [1]. Оценка уровня воздействия таких стоков – нерешенная проблема экоаналитики. Сброс вод с мелиоративных систем должен проводиться в соответствии с правилами охраны поверхностных вод от загрязнения. Негативные последствия описываются как внесение изменений в агрофизические и физико-химические свойства почв, а качество воды в дренажных каналах соотноситься с нормативными показателями оросительных вод. При проведении гидрохимических исследований показано, что гидромелиорационные стоки осуществляют эмиссию загрязняющих веществ в водоемы, преимущественно растворенных органических веществ (РОВ), являющихся компонентами гумуса. В дерново-подзолистых почвах содержание гумуса падает с 4% до 2,5 % [2]. В результате такого воздействия водные экосистемы регрессируют, уменьшается биоразнообразие. Легко-окисляемые растворенные органические соединения поглощают растворенный кислород, повышение цветности и мутности воды приводит к повышению температуры. Избыток нутриентов и биогенных соединений ускоряет эвтрофикацию водохранилищ, при этом в толще донных отложений органические соединения подвергаются анаэробному разложению, что влечет за собой вторичное загрязнение водоема [3].

Цель исследования – выявление источников поступления загрязняющих органических веществ в водохранилище реки Оредеж (пос. Рождествено) и определение степени влияния притоков на качество воды.

Объект исследования – участок р. Оредеж, включающий водохранилище и зоны выше и ниже по течению (рис. 1, табл. 1). Река Оредеж является интересным объектом для экологических исследо-

ваний, это приток р. Луги, впадающей в Балтийское море, река средней протяженности (192 км), но в верхней трети русло зарегулировано несколькими плотинами старых ГЭС. Образованные водохранилища относятся к малым водным объектам, имеющим важное рекреационное и экологическое значение. Показано, что антропогенное влияние на гидрохимические показатели связано с поступлением значительных объемов неочищенных бытовых и сельскохозяйственных сточных вод (лишь 2% объема сточных вод составляют нормативно очищенные воды) [4].

Вода Оредежа по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу (группа кальция), слабощелочная, минерализация – 180–280 мг/л. Скорость течения – в среднем 0,1 м/с; водосброс – 20 м<sup>3</sup>/с (в 36 км от устья) [5].

Таблица 1

## Характеристики и координаты точек пробоотбора

№ пробы	Точка	Характеристика	Координаты (GPS)
1.	д. Даймище	Русло, территория деревни	59.320974,29.906656
2.	р. Грязна	Приток - гидромелиорационные стоки	59.309099,29.937485
3.	с. Рождественно	Окончание водохранилища у плотины	59.325525,29.937286
4.	с. Рождественно	Приток-родник, 120 метров ниже по течению от плотины	59.327647,29.935827
5.	д. Выра	Русло, небольшой изгиб реки	59.341257,29 978302

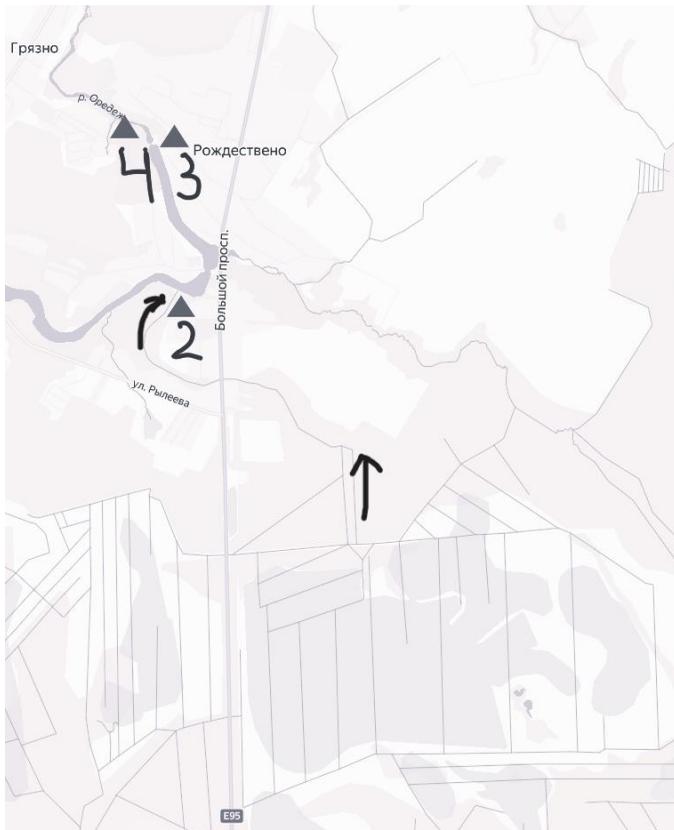


Рис. 1. Точки пробоотбора в пос. Рождествено

Методы исследования. Отбор проб осуществлялся с глубины 0,5 м в полиэтиленовые бутылки с одновременным фиксированием температуры воды. Непосредственно на водоеме определялся растворенный кислород, проводилась консервация проб для дальнейших исследований в лаборатории, которые проводились с помощью титриметрических, потенциометрических, спектрофотометрических методов анализа по общепринятым методикам [6]. Результаты исследования представлены в табл.2.

Таблица 2  
Физико-химические характеристики поверхностных вод р. Оредеж

№ пробы	t, °С	pH	С <sub>нсо3-</sub> , мг/л	а, мСм/см	ЦВ, град. цветности	ПО, мгО/л	Hum, расчт ед.	РК, мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л
1	1,6	7,995	301,3±0,03	431	85	8,93±0,01	28	11,87	4,93
<b>2</b>	<b>1,2</b>	<b>4,009</b>	<b>0,9±0,01*</b>	<b>61,5</b>	<b>615</b>	<b>58,47±0,02</b>	<b>190</b>	10,68	<b>6,14</b>
3	1,1	7,858	294,0±0,02	429	95	10,45±0,02	32	10,87	0,68
4	7,4	7,357	259,2±0,01	456	7	0,21±0,01	0,2	-	-
5	1,4	7,995	288,5±0,02	421	96	10,48±0,02	32	11,55	2,14

\* - кислотность, прочерк – исследование не проводилось

На предварительном этапе исследования был выявлен сток в водохранилище сильно окрашенных вод, которые были идентифицированы как дренажные мелиорационные воды, аккумулярованные с площади около 18 км<sup>2</sup>. Гидрохимические показатели р. Грязны существенно отличаются от характеристик реки выше по течению. Это кислые воды с высокой цветностью, большим значением химической окисляемости и величиной БПК<sub>5</sub>, превышающей значение ПДК для сточных вод в водоемы рекреационного водопользования, водосброс – 0,2 м<sup>3</sup>/с.

Содержание органических веществ в поверхностных водах влияет на щелочность, перманганатную окисляемость, цветность, актуальную кислотность [5]. Показатель гумусности (Hum) был выбран для комплексной характеристики РОВ преимущественно аллохтонного происхождения, которые влияют на количество и миграцию других компонентов, газовый режим и рН воды. Показатель гумусности воды рассчитывается по формуле:  $Hum = \sqrt{(ЦВ \times ПО)}$ , где ЦВ – цветность, ПО – перманганатная окисляемость. Данный показатель можно рекомендовать в дополнение к часто применяемому коэффициенту предельной загрязненности дренажных вод (К<sub>пз</sub>) [6].

Сравнительный анализ гидрохимических данных проб воды в зоне непосредственного воздействия с данными воды выше и ниже по течению реки, а также с водой притока родниковой воды позволяет обосновать необходимость включения исследования устойчивости акваэкосистемы для оценки влияния гидромелиорационных и коллекторных стоков на качество воды, наряду с описанием климатических, гидрологических, гидрографических условий и фиксации изменения в физико-химическом состоянии мелиорированных почв.

В результате анализа данных выявлено, что химический состав воды р. Оредеж существенно не меняется ниже водохранилища старой ГЭС в с. Рождественно, экосистема водохранилища справляется с объемами поступающей загрязненной растворенными органическими веществами воды, т.е. проявляет свойства упругой устойчивости к данному типу негативного воздействия.

Результаты исследования могут быть использованы для комплексной оценки экологической безопасности малых водотоков и водохранилищ Северо-Запада РФ, прогнозирования дальнейшего их состояния. Целесообразно провести скрининговые исследования на других участках реки Оредеж ниже по течению для выявления кризисных участков по фактору попадания в русло сильно закисленных гидромелиорационных стоков с одновременной оценкой индексов биоразнообразия экосистемы.

### Список литературы

1. Иванов, А. И. Мелиорация как необходимое средство развития сельского хозяйства Нечерноземной зоны России / А. И. Иванов, Ю. Г. Янко. – Текст: непосредственный // Агрофизика. – 2019. – № 1. – С. 67-78.

2. Васильев, М. В. Питательный режим дерново-подзолистых пахотных и залежных суглинистых почв Северо-Запада РФ: специальность 06.01.01 «Агрономия, общее земледелие»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Васильев Максим Владимирович; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург, 2011. – 178 с. – Текст: непосредственный.

3. Дровозова, Т. И. Экологическая оценка состояния малых водных объектов в зоне влияния гидромелиоративных систем / Т. И.

Дрововозова, С. А. Манжина. – Текст: непосредственный // Экология и водное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 14-26.

4. Жукинский, В. Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка / В. Н. Жукинский. – Текст: непосредственный // Водные ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 213-221.

5. Зуева, Н. В. Оценка экологического состояния малых рек Северо-Запада России на основе структурных характеристик сообществ макрофитов (на примере Ленинградской области): специальность 25.00.36 «Геоэкология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / Зуева Надежда Викторовна; Российский государственный гидрометеорологический университет. – Санкт-Петербург, 2007. – 24 с. – Текст: непосредственный.

6. Шабанов, В. В. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М.: МГУП, 2009. – 154 с.

УДК 338

## **ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИИ**

*Смольянинов А.Р., магистрант,  
Чернова О.В., канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье анализируются особенности управления рисками на разных этапах жизненного цикла компании, приводятся основные методы управления рисками. На разных этапах жизненного цикла организации возникают различные риски, способы реагирования на которые определяются факторами внешней и внутренней среды.

*Ключевые слова:* риск, управление рисками, жизненный цикл организации.

Управление рисками – это процесс идентификации, анализа и реагирования на риски с целью минимизации их негативного воздействия на организацию. Этот процесс имеет важное значение на всех этапах жизненного цикла организации. Понимание особенностей возникновения различных рисков и положения компании на разных этапах ее жизненного цикла способствует более эффективному управлению рисками, позволяет продлить фазу активного развития компании и повышает ее конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

На этапе создания организации основное внимание уделяется идентификации и анализу рисков, связанных с началом бизнеса. К таким рискам можно отнести:

- финансовые риски: недостаток капитала, неудачи в привлечении инвесторов, непредвиденные расходы;
- проектные риски: задержки в реализации проектов, неэффективное управление проектами;
- операционные риски: проблемы с производственными процессами, нехватка ресурсов, неэффективные рабочие процессы.

Например, компания Tesla в начале своего пути столкнулась с серьезными финансовыми рисками, связанными с высокими затратами на разработку и производство электромобилей. Для анализа рисков часто используются метод SWOT-анализа и оценка вероятностей и силы воздействия рисков. Управление рисками на этом этапе включает разработку стратегий минимизации и предотвращения рисков, таких как страхование, диверсификация инвестиций и тщательное планирование.

В период роста организации возникают новые риски, такие как:

- операционные риски: увеличение объемов производства, сложности в управлении масштабированием;
- репутационные риски: ухудшение качества продукции или услуг, негативная общественная реакция.

Примером может служить компания Facebook, которая на этапе роста столкнулась с рисками, связанными с защитой данных пользователей и конфиденциальностью пользовательской информации. Для управления этими рисками компания внедрила систему раннего предупреждения, позволяющую своевременно обнаруживать и реагировать на возникновение новых угроз. Стратегии реаги-

рования на риски включают адаптацию к изменяющимся условиям, оптимизацию процессов и обучение сотрудников.

На этапе зрелости организация сталкивается с необходимостью поддержания устойчивого роста, что предполагает стабилизацию ресурсов и оптимизации процессов. К таким рискам можно отнести:

- стабилизационные риски: поддержание стабильного уровня производства и качества продукции;
- инновационные риски: необходимость внедрения новых технологий и процессов для сохранения конкурентоспособности.

К примеру, компания Toyota, которая внедрила систему «кайдзен» для постоянного улучшения процессов и минимизации производственных рисков. Успешные примеры управления рисками на этапе зрелости могут быть найдены в крупных компаниях, которые интегрировали управление рисками в свою корпоративную культуру.

Этап упадка/реорганизации несет в себе новые риски, такие как:

- финансовые риски: снижение доходов, увеличение долговой нагрузки;
- кадровые риски: увольнения, демотивация сотрудников, сложности в управлении изменениями.

Приведем в качестве примера компанию Kodak, которая оказалась в сложной ситуации из-за изменения рыночных условий и перехода к цифровым технологиям. Для эффективного управления этими рисками необходимо стратегическое планирование изменений. Это включает разработку и реализацию антикризисных мер, таких как реструктуризация долгов, сокращение затрат и оптимизация операционной деятельности. Примеры успешного управления рисками в кризисных ситуациях могут включать реструктуризацию компании, что позволит ей вернуть стабильность и продолжить свою деятельность.

Если организация не может восстановить свою деятельность, наступает стадия ликвидации. На этом этапе важно управлять рисками, связанными с закрытием бизнеса:

- оценка юридических обязательств перед кредиторами и сотрудниками;
- подготовка к возможным судебным разбирательствам.

Поддержание открытого диалога с заинтересованными сторонами поможет снизить репутационные риски:

- информирование клиентов о закрытии и возможных последствиях;

- обсуждение с сотрудниками условий увольнения и выплат.

Далее приведем краткое резюме по методам управления рисками.

Идентификация рисков:

- SWOT-анализ: метод анализа, включающий определение сильных и слабых сторон, возможностей и угроз организации.

- Анализ сценариев: оценка различных сценариев развития событий и их потенциальных рисков.

- Диаграмма Ишикавы (причинно-следственная диаграмма): инструмент, помогающий визуализировать причины возникновения рисков и их последствия.

- Брейнсторминг: коллективное генерирование идей и выявление возможных рисков в ходе обсуждений.

Анализ рисков:

- Качественный анализ рисков: субъективная оценка рисков, основанная на опыте и мнении экспертов. Включает описание вероятности и воздействия рисков.

- Количественный анализ рисков: оценка рисков с использованием численных показателей, таких как вероятность возникновения и потенциальные убытки.

- Метод Делфи: структурированное групповое обсуждение, при котором эксперты анонимно оценивают риски и предлагают решения.

Методы реагирования на риски:

- Избежание риска: попытки устранить условия, вызывающие риск. Например, отказ от риска-проекта.

- Снижение риска: принятие мер для уменьшения вероятности возникновения или силы воздействия риска. Действия включают улучшение процессов и внедрение новых технологий.

- Передача риска: перенос риска на другую сторону, например, через страхование или аутсорсинг.

- Одобрение риска: признание и принятие риска, если его влияние незначительно или если стоимость управления риском превышает потенциальные убытки.

Мониторинг и контроль рисков:

- Системы раннего предупреждения: инструменты и методы, позволяющие отслеживать появление новых рисков и своевременно реагировать на них.

- Регулярные аудиты и ревизии: плановые проверки и оценка эффективности процессов управления рисками.

- Использование KPI (ключевых показателей эффективности): измерение и оценка уровня риска на основе заранее определенных показателей.

Методы оптимизации процессов:

- Метод «Кайдзен»: японская система постоянного улучшения, направленная на оптимизацию всех аспектов производственного процесса.

- Lean-менеджмент: метод управления, нацеленный на сокращение потерь и повышение эффективности.

- Шесть сигм (Six Sigma): методология, направленная на уменьшение количества дефектов и повышение качества продукции или услуг.

Таким образом, управление рисками является важным элементом успешного функционирования организации на всех этапах ее жизненного цикла. Эффективные стратегии управления рисками могут значительно повысить устойчивость и адаптивность организации к различным вызовам. Для этого необходимо использовать те методы управления рисками, которые соответствуют уровню развития компании и учитывают ее текущее положение на рынке.

### Список литературы

1. Авдийский, В.И. Теория и практика управления рисками организации / В.И. Авдийский, В.М. Безденежных // Москва: КНО-РУС, 2020.

2. Анькина, А.А. Управление рисками в деятельности финансовых организаций: зарубежный и российский опыт / А.А. Анькина // Наукоедение. – Т. 9, №3 (2017).

3. Иванова, Т. Ю. (2019). Методы оценки рисков и их применение в управлении организацией. // Вестник Казанского технологического университета. 22(9), 199-205.

4. Гужин, А.А. Риск-менеджмент и методы управления рисками / А.А. Гужин, В.Г. Ежкова // Инновации и инвестиции. – 2017. – № 2. – С. 185–189.

УДК 658.51

## **БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Маслова А.В., канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассмотрены исторические предпосылки, теоретические и практические аспекты методологии и бережливого производства. Предлагается использовать бережливое производство как инструмент повышения экономической безопасности предприятия. Рассмотрен опыт внедрения бережливого производства на российском производственном предприятии.

*Ключевые слова:* экономическая безопасность, бережливое производство, система «5S», технология Канбан, принцип визуализации.

Для успешного функционирования на рынке предприятия должны поддерживать высокий уровень конкурентоспособности, которая тесно связана и зависит от экономической безопасности предприятия. Главная цель экономической безопасности предприятия, по мнению И. В. Линко, – обеспечение его продолжительного и максимально эффективного функционирования сегодня и высоко-го потенциала развития в будущем [1].

По мнению В.В. Березина, экономическая безопасность предприятия – это такое состояние хозяйствующего субъекта, при котором он при наиболее эффективном использовании корпоративных ресурсов добивается предотвращения, ослабления или защиты от существующих опасностей и угроз или других непредвиденных об-

стоятельств и обеспечивает достижение целей бизнеса в условиях конкуренции и хозяйственного риска [2].

Угроза экономической безопасности предприятия – это развитие событий, в результате которых появляется возможность или повышается вероятность нарушения нормального функционирования предприятия и не достижения им своих целей, в частности нанесения любого вида ущерба. Угрозу экономической безопасности предприятия могут представлять действия физических или юридических лиц, нарушающие деятельность предприятия, способные привести его к прекращению работы либо другим потерям. В частности, к внутренним угрозам можно отнести недостатки на производстве и нарушения технологии. Техничко-технологическая составляющая экономической безопасности предприятия также важна, как и финансовая, информационная и другие и призвана решать задачи оптимизации ресурсов путём совершенствования применяемой технологии.

Одним из эффективных инструментов повышения конкурентоспособности и экономической безопасности организации является бережливое производство. Одной из черт бережливого производства является эффективное использование ресурсов и исключение потерь или отходов [3, 8]. Отходы – это все, что не добавляет ценности вашему процессу или продуктам. Отходы – это то, за что клиент не готов заплатить или приобрести.

Но ещё до появления концепции бережливого производства цели устранения перегрузок (*muri*) и несоответствия (*mura*), а также избавления от потерь (*muda*) являлись основными целями Toyota Production System (TPS) производственной системы компании Toyota, которая включала в себя философию управления и практические методы. Разработали эту систему в период с 1948 по 1975 год японские инженеры-промышленники Тайити Оно и Эйджи Тоёда.

TPS рассматривает три основных области отходов и идентифицирует их как 3М: *Muda*, *Mura* и *Muri*, что наглядно и упрощённо представлено на рисунке 1. Тойота приняла эти три японских слова как часть своей программы улучшения продукта, из-за их привычного употребления.

***Muda*** (無駄) – это японское слово, означающее «бесполезность; расточительность», и является ключевым понятием в мышлении, основанном на бережливых процессах.

**Mura** (斑) – это японское слово, означающее «неравномерность; отсутствие единообразия; неравенство».

**Muri** (無理) – это японское слово, означающее «неразумность; невозможность; не по силам; слишком сложно; силой; принудительно; чрезмерно; неумеренность». Muri можно избежать с помощью *стандартизированной работы*.



Рис. 1. Модель Toyota3M

В TPS рассматриваются восемь видов «муды» (см. рис. 2).



Рис. 2. Традиционная классификация потерь (muda)

Для устранения угрозы со стороны японских автомобильных компаний американские автомобилестроители создали фонд и в

1985 году организовали исследовательский проект в рамках «Международной программы “Автомобили”» (International Motor Vehicle Program, IMVP) Массачусетского Технологического Института, во главе которого стали Дж. Вумек, Д. Джонсид. Рус (J. Womack, D. Jones and D. Roos). Результаты своего исследования они представили в научном труде под названием «Машина, которая изменила мир: как секретное оружие Японии в глобальной автомобильной войне произведёт революцию в западной промышленности» [4]. В процессе исследования родился термин «lean production», который мы теперь переводим термином «бережливое производство», автором которого был Джон Крафчик (John Krafcik).

Рассмотрим отдельные инструменты бережливого производства с точки зрения безопасности работы:

1. Система «5S» – система организации и рационализации рабочего места (рабочего пространства), один из инструментов бережливого производства. Разработана в послевоенной Японии. Выделяется 5 шагов: •сэири (整理) «сортировка» (нужное — ненужное) – чёткое разделение вещей на нужные и ненужные и избавление от последних; •сэитон (整頓) «соблюдение порядка» (аккуратность) – упорядоченное и точное расположение и хранение необходимых вещей, которое позволяет быстро и просто их найти и использовать; •сэисо (清掃) «содержание в чистоте» (уборка) – содержание рабочего места в чистоте и опрятности; •сэикэцу (清潔) «стандартизация» (установление норм и правил) – необходимое условие для выполнения первых трёх правил; •сицукэ (躰) «совершенствование (буквальный перевод – воспитание)» (самодисциплина) – воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций.

Бывает нечто, о чем говорят: «смотри, вот это новое»; но *это* было уже в веках, бывших прежде нас. [5] Так говоря об инновационности концепции бережливого производства, следует рассмотреть исторические предпосылки её появления, а также вклад известных учёных, практиков, исторических личностей в развитие методов и инструментов, составляющих методологию lean production. Соблюдение порядка как один из четырнадцати основных принципов менеджмента сформулировал ещё сто лет назад основатель школы административного управления французский

инженер Анри Файоль. Общеизвестная формула материального порядка: определённое место для каждой вещи и всякая вещь на своём месте. Форма социального порядка такова же: определённое место для каждого лица и каждое лицо на своём месте [6,75]. Генри Форд также указывал соблюдение параметров производственной среды (чистота, гигиеничность, уют) как один из основных принципов организации нового типа производства.

Один из типичных результатов внедрения системы «5S» на ПАО «КМЗ» представлен на рисунке 3. Следствием внедрения системы является унификация и стандартизация рабочих мест, повышение производительности труда за счёт сокращения времени поиска предметов в рамках рабочего пространства, снижение потерь, снижение числа несчастных случаев.

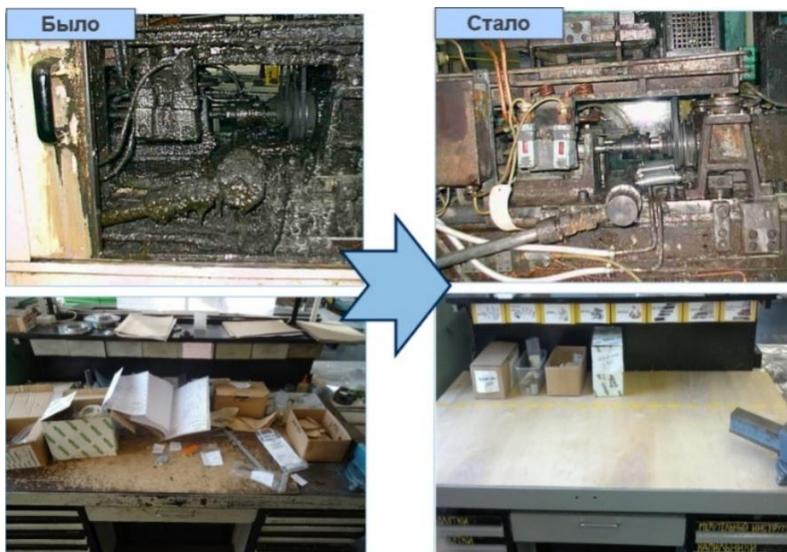


Рис. 3. Внедрение системы «5S» на ПАО «КМЗ»

2. Технология «канбан», входящая в систему «5S» в переводе с японского языка означает «рекламная вывеска». Тайити Оно предложил к каждой детали или инструменту прикреплять бирку

«канбан» – контрольную карточку, на которой была изложена вся нужная информация по данной детали или инструменту.

Ещё до нашей эры ассирийский царь Навуходоносор II (604-562 до н.э.) разработал и внедрил систему производственного контроля на текстильных предприятиях и в зернохранилищах. Её инструментом были разноцветные ярлыки, которыми помечались ежедневно поступающие партии сырья. Это позволяло определить сроки их нахождения в производстве или на хранении [6,72].

Метод визуализации применяется на предприятии с целью представления информации в наглядной форме (рисунок, фотография, график, диаграмма, схема, таблица, карта и т. п.) и доведение ее до сведения персонала в режиме реального времени для анализа текущего состояния и принятия обоснованных и объективных решений. Внедрение данного метода решает в том числе такие задачи как создание условий для быстрого реагирования на проблемы и обеспечение требуемого уровня безопасности. В качестве способов и инструментов метода визуализации выступают: маркировка, оконтуривание, разметка, цветовое кодирование и информационный стенд.

ПАО «Ковровский механический завод» уже на протяжении 10 лет успешно применяет метод визуализации, в частности оконтуривание и разметку для обозначения мест размещения объектов, выделяя их контур (силуэт) контрастным цветом с целью повышения эффективности и безопасности их использования. Разметкой обозначаются: границы рабочих пространств, местонахождение предметов и оборудования, транспортные проезды, проходы, траектории и направления перемещения персонала, предметов, транспортных средств и т. д. Маркировка пола может использоваться для помощи пешеходному движению в безопасных зонах в рабочей среде. Она подчёркивает важность активного предотвращения опасных ситуаций и надёжной культуры безопасности для повышения общей эффективности рабочего места и здоровья сотрудников (см. рис. 4).



а – оконтуривание



б – разметка

Рис. 4. Приёмы визуализации (оконтуривание (а) и разметка (б)), используемые ПАО «КМЗ»

ПАО «КМЗ» не только использует отдельные приёмы визуализации, но и осуществляет визуальное управление производством (рис.5).

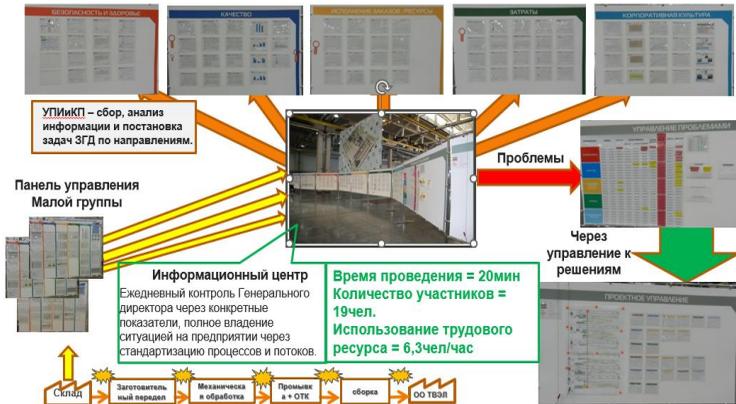


Рис. 5. Визуальное управление производством ПАО «КМЗ»

Одной из задач внедрения концепции бережливого производства на предприятии является устранение потерь, снижающих эффективность производственной деятельности. Формирование у персонала привычки поддерживать порядок, улучшать состояние рабочего места, искать способы для повышения эффективности и наилучшей организации рабочих мест, выявляя при этом источники непроизводительных затрат позволяет создать безопасную производственную среду и свести к нулю вероятность производственных аварий.

### Список литературы

1. Линко, И. В. Понятие и элементы экономической безопасности предприятий [Электронный ресурс] / И.В. Линко. – Режим доступа: <https://www.iupr.ru>.

2. Березин, В.В. Особенности управления экономической безопасностью предприятия в современных условиях глобализации экономики [Электронный ресурс] / В.В. Березин. – Режим доступа: <https://vestnik-rosnou.ru/sites/default/files/p139.pdf>

3. Вумек, Дж. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек, Дэниел Джонс; Пер. с англ. – 7-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2013. – 472 с.

4. Womack, J., Jones, D., Roos, D. The Machine That Changed the World. The Story of Lean Production. How Japan's Secret Weapon in the Global Auto Wars will Revolutionize Western Industry. — New York: Rawson Associates. — 1990.[Электронныйресурс]. – Режимдос-  
ступа: [https://archive.org/details/machinethatchang0000woma\\_k9q1](https://archive.org/details/machinethatchang0000woma_k9q1)

5. Ветхий Завет: Книга Екклесиаста: Глава 1, стих 10. [Элек-  
тронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.patriarchia.ru>.

6. Маслова, А.В. Теория менеджмента (курс лекций) [Текст]: учебное пособие / А.В. Маслова, В.А. Разов. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА», 2012. – 320 с.

УДК 331.453:658.345

### КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*Белякин С.К., канд. техн. наук, доцент,  
Курганский государственный университет*

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность повыше-  
ния безопасности труда работников путем применения метода «По-  
веденческий аудит безопасности при выполнении работ» через раз-  
витие их культуры безопасности.

*Ключевые слова:* безопасность, аудит, поведение, анализ, травматизм, охрана труда, управление.

Согласно данным Роструда, в прошлом году в России зафиксировано 5892 несчастных случая на производстве. При этом погибло 1609 работников. Фактов группового травматизма — 420, включая 324 погибших. По сравнению с 2022 годом на 7% выросло количество случаев с тяжёлыми последствиями, на 2,81% увеличилось число смертей [1]. В качестве основных причин производственных происшествий являются неудовлетворительная организация работ (22,6% случаев), нарушение ПДД (12%), нарушение технологического процесса (9%), несоблюдение работниками трудовой дисциплины (8%), неприменение средств индивидуальной защиты 3%. Имеет место сокрытие несчастных случаев на производстве (2023 году Роструд обнаружил 1316 фактов сокрытия производственных н/с (+210% относительно 2022 года), из которых 266 (+173%) связаны с летальным исходом) [1].

Исследования специалиста по промышленной безопасности Герберта Уильяма Хенриха показали, что основной причиной производственных происшествий являются ошибки (неправильные действия) работников. Исследования компании «Дюпон» подтвердили, что до 96% процентах происшествий на производстве связаны с неправильными действиями (бездействием) персонала и только 4% связано с наличием на рабочем месте опасных факторов [2]. В 1931 году автор определил, что на каждый несчастный случай на рабочем месте, повлекший тяжелые последствия, приходится 29 случаев получения легких травм и 300 потенциально опасных происшествий без последствий, результаты его исследований [3] в интерпретации Франка Бёрда представлены на рис. 1.

Исходя из принципа «Невозможно сделать рабочее место полностью безопасным, не учитывая действия людей» предприятия осуществляют переход к управлению безопасностью через управление действиями работников, вкладывая свои усилия в повышение и поддержание на высоком уровне культуры безопасности.

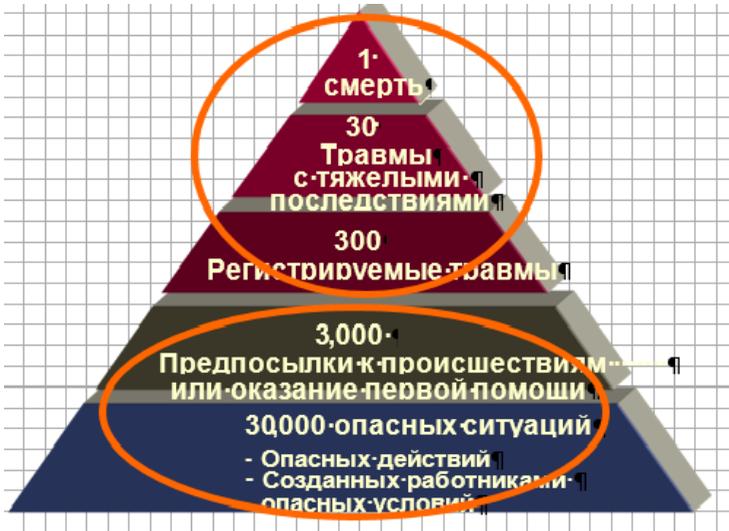


Рис. 1. Пирамида происшествий Хенриха

Культура безопасности является интегрированным показателем безопасности. Она включает не только выполнение инструкций по охране труда, но и практическое понимание того, почему необходимо делать именно так. Поскольку так бывает, что мотивы безопасности и удовлетворенности от работы вступают в противоречие с мотивом удобства выполнения работ либо традиционными понятиями как данные работы выполняются. Культура безопасности должна присутствовать в мыслях и действиях персонала, при этом руководство всех уровней должно играть главную роль в формировании общих понятий, убеждений, отношений, поведения, системы ценностей и стандартов организации.

Предприятие ООО «РУСАЛ Кремний Урал» занимается повышением культуры безопасности при выполнении работ путем реализации принципов и инструментов поведенческого аудита безопасности для управления рабочими процессами с 2021 года. Традиционные виды контроля производственной деятельности: камеральная или документарная проверка без выезда на объект (анализ документов на соответствие установленным требованиям), инспекции с выезд-

дом на объект (оценка документов, состояния объекта и соблюдения технологических процессов) и аудит системы (анализ функционирования систем управления на основе изучения нормативной и рабочей документации) не давали требуемого уровня безопасности. Объектом контроля безопасности производственной деятельности выступали документы, оборудование, процессы (технологический или бизнес-процесс) без наблюдений и анализа процесса выполнения работ.

Для повышения культуры безопасности работников была внедрена практика «Культура безопасного поведения» с новым видом производственного контроля – программа «Поведенческий аудит безопасности», поскольку только часть работников осознанно нарушают требования охраны труда. В большей части опасные действия возникают по другим причинам. Самой основной является привычка именно так выполнять трудовые действия, поскольку так научили, или так удобно.

Для выявления привычных и безопасных с точки зрения работника действий, которые могут вызывать формирование или проявление опасностей для него или других работников предложено проведение аудита безопасности трудовых действий и рабочего места при выполнении работ сторонним экспертом. Процесс наблюдения за действиями работника со стороны был стандартизирован, его выполнение не потребует много времени, а результаты позволяют обсудить с работником и руководителем эффективность и достаточность принятых мер по обеспечению безопасности труда на рабочем месте при выполнении конкретных работ. Это позволит более эффективно выявить причины возникновения и проявления опасностей на рабочем месте и внести поправки в действия работника используя личное общение с ними.

Работы выполняются в 5 этапов: подготовка экспертов и необходимых чек-листов, наблюдение за деятельностью работника при выполнении им своих трудовых действий, анализ результатов и их обсуждение, подведение итогов с разработкой рекомендаций, выполнение необходимых изменений и контроль их эффективности.

Порядок и частота проведения аудита безопасности была определена для каждого подразделения. Учитывались специфика и особенности выполнения работ, выявленные опасности и профессиональные риски.

Контроль за выполнением аудита и выполненными мероприятиями осуществляется силами отдела охраны труда и промышленной безопасности предприятия с тем.

В итоге оценивается эффективность предложенных и реализованных мероприятий и их достаточность. Используются следующие показатели:

Индекс опасных ситуаций (ИОС):

$$\text{ИОС} = \frac{\text{КОД} + \text{КОС}}{\text{КНРМ}}, \quad (1)$$

где КОД – количество опасных действий; КОС – количество опасных ситуаций; КНРМ – количество наблюдаемых рабочих мест.

Значение ИОС характеризует, какое количество опасных ситуаций приходится на работника в среднем при выполнении им работ.

Показатель безопасного поведения (ПБП):

$$\text{ПБП} = \frac{\text{КБД}}{\text{КБД} + \text{КОД}}, \quad (2)$$

где КБД – количество безопасных действий; КОД – количество опасных действий.

Значение ПБП показывает процент безопасных действий по отношению к общему количеству действий работника.

Коэффициент опасных действий/опасных ситуаций:

$$\text{К}_{\text{ОД/ОС}} = \frac{\text{КОД}}{\text{КОС}} * 100\%. \quad (3)$$

Коэффициент опасных действий/опасных ситуаций позволяет оценить долю опасных действий работника в реально опасных ситуациях.

Результаты аудита и эффективности выполненных мероприятий позволяет оценивать и планировать мероприятия для повышения безопасности труда работников до требуемого уровня через повышение культуры их безопасности.

### Список литературы

1. Роструд: статистика несчастных случаев на производстве за 2023 год. – URL: <https://nkprom.ru/news/rostrud-statistika-neschastnykh-sluchaev-na-proizvodstve-za-2023-god/> (дата обращения: 20.11.2024).
2. BBS – Behavior - based safety! // ohsas18000.narod.ru – URL: <http://ohsas18000.narod.ru/BBS.html> (дата обращения: 20.11.2024).
3. Крах пирамиды Хенриха // Центр охраны труда. – URL: <http://ohranatruda.com/forum/topic/2560-krakh-piramidy-khenrika/> (дата обращения: 35.11.2024).

УДК 37.04

### ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОВЗ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

*Швецова Н.П., учитель высшей квалификационной категории  
биологии и химии,*

*ГКОУ ВО «Специальная (коррекционная) общеобразовательная  
школа-интернат г. Коврова для глухих, слабослышащих и  
позднооглохших детей»*

*Аннотация.* В статье рассматривается эффективность использования здоровьесберегающих технологий для детей с ограниченными возможностями здоровья на уроках биологии и химии. Представлены доказательства того, что компоненты здоровьесберегающей среды существуют не изолированно друг от друга, а имеют общий кумулятивный эффект.

*Ключевые слова:* ограниченные возможности здоровья (ОВЗ), особые образовательные потребности, здоровьесберегающие технологии, принципы обучения, эффективное усвоение материала.

Всем прекрасно известна истина: здоровье – одна из главных ценностей в жизни каждого человека. Здоровье дарит нашим детям хорошее самочувствие, а вслед за ним успехи и достижения, удачи и счастье. Проблема здоровья и его сохранения в современном мире стоит более чем остро. И, вполне закономерно, что именно эти задачи стали приоритетными в программе модернизации российского образования в последние годы. Особое внимание стоит обратить на внедрение современных здоровьесберегающих технологий в образовательную среду.

Здоровьесберегающая технология – это система мер, включающая взаимосвязь и взаимодействие всех факторов образовательной среды, направленных на сохранение здоровья обучающегося на всех этапах его обучения и развития. [5]

Обучение с применением здоровьесберегающих технологий должно идти в соответствии со следующими принципами:

- воспитывающая и развивающая направленность обучения;
- доступность обучения;
- систематичность и последовательность обучения;
- связь обучения с жизнью;
- принцип наглядности;
- принцип коррекции в обучении;
- индивидуальный и дифференцированный подход;
- сознательность и активность учащихся.

Здоровьесберегающие технологии играют немаловажную роль при работе с детьми с ОВЗ. Но следует учитывать особые образовательные потребности таких детей, которые выражаются в конкретных требованиях к специальным образовательным условиям, содержанию и темпу педагогической работы, необходимых для всех обучающихся с ОВЗ [2].

Приведу лишь некоторые здоровьесберегающие технологии, которые могут быть использованы педагогами в своей работе:

#### 1. Рациональная организация урока.

Дети с ОВЗ не могут выполнять одну работу длительное время. Смена деятельности им просто необходима, и это нельзя забывать. Если у ребенка пропал интерес к работе, стал отвлекаться, нужно дать ему работу на другой вид деятельности – это карточки

«сделай по образцу», «вставь пропущенные буквы», прочитай часть параграфа и ответь на ряд вопросов, поработай в паре над задачей.

## 2. Создание ситуации успеха.

Одним из важнейших моментов на своих уроках я считаю создание ситуации успеха для детей с ОВЗ, т.е. возможность исправить свою ошибку. Например, я раздаю индивидуальные карточки с заданиями, в которых нужно разгадать кроссворд по пройденной теме, и при его выполнении учащийся может воспользоваться простым карандашом, чтобы при обнаружении ошибки стереть неправильную надпись, причем ребенок может исправить ошибку незаметно для окружающих.

## 3. Использование схем и рисунков.

Также на уроках полезны задания, требующие выполнить схему или рисунок. Это облегчает работу учащихся, которым трудно словесно (устно или письменно) оформить свой ответ.

## 4. Практические работы.

Интересным для детей является практическое выполнение заданий, например, предлагается проделать опыт или выполнить лабораторную работу. В этом случае учащиеся не только усваивают теоретические знания, но и получают практические навыки.

В практической деятельности я учитываю, что для учащихся с ОВЗ важно постепенное усложнение учебного материала, подача его небольшими дозами. При этом задания на каждом уроке лучше всего усложнять постепенно [6].

## 5. Использование наглядных материалов.

Опыт работы с данной категорией детей убедил меня, что необходимо использовать на уроках биологии и химии большое количество красочного дидактического материала (наглядных пособий, презентаций, натуральных объектов).

## 6. Многократное повторение материала.

С целью эффективного усвоения учебного материала учащимся необходимо многократное, поэтапное, частое обращение к «старым» знаниям. Задание на повторение необходимы на каждом уроке [1]. Например, при изучении строения животной клетки идет повторение строения растительной клетки, уже ранее изученной. В конце каждой темы организуется итоговое повторение с помощью различных методов и приемов, кроссвордов, ребусов, тестов и т.д.

Для облегчения работы учащимся с ОВЗ я использую достаточное количество заданий с опорой на образец, т.е. задания репродуктивного характера. Это могут быть задания по заполнению схем, обозначению на рисунках частей объектов. При этом учебный материал вначале разбираем с ребятами по учебнику, лишь затем предлагаю выполнить в тетради самостоятельно, по образцу.

#### 7. Применение изотерапии.

Изотерапия – применение традиционных способов изобразительной деятельности (краски, пластилин, работа с природным материалом). Исходя из опыта и особенностей детей с ОВЗ, я пришла к выводу, что на уроках и при выполнении домашнего задания необходимо использовать задания, направленные на развитие мелкой моторики учащихся. Этому способствует работа с пластилиновыми моделями, которые выполняют учащиеся. Такая работа помогает развивать восприятие, повышает интерес учащихся к уроку биологии и химии. Мелкая моторика оказывает влияние не только на речь, но и на внимание, память, мышление и воображение. Таким образом, развивая пальчики ребёнка, мы способствуем развитию целого ряда важнейших свойств его психики [4].

#### 8. Проведение динамических пауз.

Динамические паузы – это физкультминутки, физические и игровые упражнения, которые проводятся во время занятий, самоподготовки 2-5 минут, по мере утомляемости детей. Во время их проведения включаются элементы гимнастики для глаз, дыхательной, пальчиковой гимнастики и других в зависимости от вида деятельности.

#### 9. Снятие стресса и напряжения.

Хороший эффект дает использование элементов снятия стресса и напряжения. Например, использование пословиц при изучении понятия монотонности функции: «Чем дальше в лес, тем больше дров» (возрастание), «Подальше положишь, поближе возьмешь» (убывание) позволяет скрыть процесс обучения, обучающихся воспринимают это как некоторое отступление от темы, что позволяет им также снять накопившееся напряжение. К тому же введение в урок литературных или исторических отступлений способствует не только психологической разгрузке, но и установлению и укреплению межпредметных связей, а также и воспитательным целям.

Использование вышеперечисленных здоровьесберегающих технологий с детьми с ОВЗ способствует:

- повышению работоспособности, выносливости детей;
- развитию психических процессов;
- формированию, развитию двигательных умений и навыков;
- развитию общей и мелкой моторики;
- социальной адаптации детей с ОВЗ.

Здоровьесберегающий урок – это урок, построенный таким образом, когда учитель организует дружественную и оригинальную обстановку, с высокой работоспособностью детей, с предотвращением переутомления, способствует заинтересованности обучающихся, грамотно внедряет и меняет приемы с формами обучения, тактику и технику учебного процесса, что способствует проще выдерживать учебную нагрузку, сократить вероятность нарушений в здоровье детей [3].

Таким образом, очень важно, чтобы каждая из рассмотренных технологий имела оздоровительную направленность, а используемая в комплексе здоровьесберегающая деятельность в итоге сформировала бы у ребенка с ОВЗ стойкую мотивацию на здоровый образ жизни и полноценное развитие.

### **Список литературы**

1. Епифанцева, Т. Б. Настольная книга педагога-дефектолога / под ред. Епифанцева Т. О. – 2-е. изд. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 486 с. – (Сердце отдаю детям).
2. Огнева, Н. А. Практическая реализация здоровьесберегающих технологий в специальной (коррекционной) школе VII вида [Электронный ресурс] / Н.А. Огнева. – Режим доступа: <http://iro48.ru/?q=node/209>, свободный.
3. Панфиленко, Г. И. «Здоровьесберегающие технологии в коррекционной работе» / Г.И. Панфиленко // Актуальные задачи педагогики. – 2012. – № 6. – С. 54-56.
4. Программа «Воспитание и обучение слабослышащих дошкольников со сложными (комплексными) нарушениями развития» / О. П. Гаврилушкина, Л. П. Дмитриева, Н. Д. Соколова, Н. Д. Шматко и др.; под ред. Л. А. Головниц. – М.: УМИЦ «Граф-пресс», 2003. – 128 с.

5. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в работе учителя и школы / Н.К. Смирнов. – М.: Аркти, 2003. – 272 с.

6. Хромов, Н. И. Методы обучения детей с различными типами обучаемости: практ. пособие / Н. И. Хромов. – М.: Айрис пресс: Айрис дидактика, 2007. – 123 с.: ил. – (Библиотека психолога образования).

УДК 519.2

## КАПИТАЛИЗАЦИЯ КОМПАНИЙ

*Максимов Д.Ю., студент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассматривается понятие «капитализация», факторы, которые способствуют ее формированию и изменению.

*Ключевые слова:* капитализация, компания, деловая репутация, мировые лидеры, ключевые факторы, стратегия, рыночная стоимость.

Капитализация компании является одним из ключевых показателей ее финансового состояния. Она отражает рыночную стоимость компании и служит важным индикатором для инвесторов, аналитиков и руководителей, стремящихся понять динамику движения капиталовложений и потенциал роста. В условиях современного рынка, характеризующегося высокой конкурентоспособностью и постоянными изменениями, правильная оценка капитализации становится особенно актуальной.

В понятийном аппарате существует множество трактовок данного термина, например, К. Маркс считал капитализацию процессом накопления капитала посредством увеличения прибыли, предназначенной для расширения производства [1], А.Маршалл же трактовал определение как процесс создания и накопления стоимости, а по мнению Дж. М. Кейнса, в теории «денежной экономики»,

капитализация понимается, как обеспечение накопления капитала посредством денежного обращения. Автор статьи больше придерживается определения капитализации компании, как оценки её стоимости на основе рыночной стоимости её акций [2]. Другими словами, это полная цена, которую необходимо заплатить в случае покупки этой компании. Рыночная же капитализация рассчитывается как произведение сложившейся на фондовой бирже цены одной акции на суммарное число эмитированных компанией акций. Капитализация компании формируется под воздействием множества факторов, включая финансовые результаты, объем продаж, деловую репутацию, инновации и эффективность управления. Более того, деловая репутация, взаимоотношения с партнерами и способность адаптироваться к изменениям в экономической среде также могут заметно влиять на восприятие компании в глазах инвесторов и потребителей. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты, влияющие на капитализацию компании, и проанализируем, как различные внутренние и внешние факторы, которые способствуют ее формированию и изменению. Наряду с этим мы определим ключевые стратегии, которые компании могут применять для повышения своей рыночной стоимости и укрепления позиций на финансовом рынке.

Рыночная стоимость бизнеса определяется следующими основными аспектами, влияющими на капитализацию компании.

1. Финансовые показатели: выручка и прибыль, долговая нагрузка.
2. Рынок и конкурентоспособность: доля рынка, конкуренция.
3. Корпоративная стратегия: инновации, расширение и диверсификация.
4. Деловая репутация и имидж: имидж компании, социальная ответственность.
5. Макроэкономические факторы: экономическая конъюнктура, регулирование и законодательство.
6. Инвесторское восприятие и ожидания: анализ и прогнозы, спекуляции [3].

Они неразрывно связаны между собой и формируют общую картину, неоднозначно влияя на капитализацию компании в современных условиях рынка. Успешные компании часто фокусируются

на оптимизации этих факторов для улучшения своей рыночной позиции и повышения рыночной стоимости. В формировании и изменении капитализации так же не менее важны внутренние и внешние факторы. Рассмотрим, как именно они влияют на этот процесс:

**Внутренние факторы:**

**Финансовые показатели:** основные финансовые метрики, такие как выручка, прибыль, рентабельность и соотношение долга к капиталу, играют ключевую роль в формировании капитализации. Сильные финансовые результаты положительно воспринимаются инвесторами и способствуют росту цен на акции.

**Стратегическое управление:** эффективное управление, наличие четкой бизнес - стратегии и способность к быстрой адаптации к изменениям внутри компании могут существенно повысить ее конкурентоспособность и, как следствие, капитализацию.

**Качество продуктов и услуг:** уровень качества и инновации в продукции или услугах напрямую влияет на восприятие компании потребителями и ее рыночное положение. Высокое качество способствует росту лояльности клиентов и, соответственно, капитализации.

**Управление персоналом:** квалифицированный и мотивированный персонал, а также эффективные HR-политики способствуют повышению производительности и инноваций, что положительно сказывается на капитализации.

**Корпоративная культура:** здоровая корпоративная культура, основанная на ценностях и целях компании, помогает формировать лояльность как среди сотрудников, так и среди клиентов, что может радикально поднять рыночную стоимость компании.

**Внешние факторы:**

**Деловая репутация:** в экономическом смысле деловая репутация определяет разницу между активами организации и ее итоговой стоимостью. Если деловая репутация плохая — к примеру, предприятие славится тем, что систематически поставляет некачественные товары, — то эта разница может быть отрицательной. Если же сформировано положительное отношение потребителей и контрагентов, то итоговая стоимость компании будет выше величины имеющихся у нее активов.

**Экономическая среда:** общая экономическая ситуация, включая рост ВВП, уровень безработицы и инфляцию, может влиять на

покупательную способность и спрос, что, в свою очередь, отражается на капитализации.

**Конкуренция:** конкуренция на отраслевом уровне создаёт давление на ценообразование и влияет на долю рынка, что может иметь как положительное, так и отрицательное воздействие на капитализацию компании.

**Технологические изменения:** развитие технологий и инноваций может открывать новые возможности для роста, однако быстрое устаревание технологий требует постоянного обновления и адаптации компании к новым условиям.

**Регуляторная среда:** изменения в законодательстве и сезонные изменения в регулировании могут создать как возможности, так и угрозы для бизнеса. Компании, способные адаптироваться к изменениям в законодательстве, часто достигают лучших результатов.

**Социальные и культурные тренды:** изменения в потребительских предпочтениях и обществе могут влиять на рынок и спрос на продукцию. Компании, которые понимают и адаптируются к этим изменениям, могут извлечь значительные выгоды.

**Глобализация:** открытие международных рынков предоставляет возможности для роста, но также и риски, связанные с изменениями валютных курсов, политической нестабильностью и культурными различиями [4].

Совокупное влияние этих внутренних и внешних факторов формирует общий контекст, в котором функционирует компания, и влияет на ее способность расти и адаптироваться. Для успешного управления капитализацией необходимо учитывать все эти аспекты и активно работать над их оптимизацией.

По данным Statista<sup>2</sup> (немецкая компания, специализирующаяся на рыночных и потребительских данных) на 2023 год во всем мире зарегистрировано примерно 360 миллионов компаний. На сегодняшний день в десятку самых крупных по капитализации входят:

- Apple Inc. (AAPL):

Apple является одним из крупнейших производителей электроники в мире, известным своими инновационными продуктами, такими как iPhone, iPad, Mac, Apple Watch и Apple TV. Также ком-

---

<sup>2</sup><https://www.statista.com/statistics/1260686/global-companies/>

пания развивает свои программные платформы (iOS, macOS и другие), а также предлагает услуги, такие как Apple Music, iCloud и App Store.

- Microsoft Corporation (MSFT):

Microsoft — одна из ведущих компаний в области программного обеспечения и технологий. Знаменитая своими операционными системами Windows и офисными приложениями Office, Microsoft также работает в области облачных технологий (Azure), игровых услуг (Xbox) и бизнес-решений (Dynamics).

- Saudi Aramco:

Saudi Aramco — государственная нефтяная компания Саудовской Аравии, одна из крупнейших в мире по добыче и переработке нефти. Она играет ключевую роль в глобальном энергетическом рынке и управляет значительными запасами нефти и газа.

- Alphabet Inc. (GOOGL):

Alphabet является материнской компанией Google и других бизнесов. Основные направления деятельности компании включают поиск в интернете, цифровую рекламу, облачные технологии, операционную систему Android и различные инициативы в сфере технологий и инноваций, включая разработки в области искусственного интеллекта.

- Amazon.com Inc. (AMZN):

Amazon — крупнейшая в мире интернет-компания, специализирующаяся на электронной коммерции. Она предлагает широкий ассортимент товаров, а также предоставляет услуги облачных вычислений через Amazon Web Services (AWS). Компания также активно развивает свои мультимедийные платформы и логистические услуги.

- Tesla Inc. (TSLA):

Tesla является ведущим производителем электромобилей, а также компанией, занимающейся разработкой и производством решений для хранения и генерации энергии, таких как солнечные панели и аккумуляторы. Tesla активно развивает технологии автономного вождения и устойчивого транспорта.

- Berkshire Hathaway Inc. (BRK.A):

Berkshire Hathaway — холдинговая компания, управляющая активами в различных отраслях, включая страхование, энергетиче-

ские ресурсы, розничную торговлю, транспорт и промышленность. Компания возглавляется известным инвестором Уорреном Баффетом и славится своей стратегией долгосрочных инвестиций.

- NVIDIA Corporation (NVDA):

NVIDIA известна своими графическими процессорами (GPU), которые используются в играх, профессиональной визуализации и высокопроизводительных вычислениях. В последние годы компания также активно развивает технологии в области искусственного интеллекта и машинного обучения.

- Meta Platforms, Inc. (META)\*:

Meta\*, ранее известная как Facebook\*, является компанией, занимающейся разработкой социальных сетей и виртуальных платформ. Основные услуги включают Facebook\*, Instagram\*, WhatsApp и Oculus. Компанию интересуют также технологии виртуальной и дополненной реальности.

*\*Социальные сети Instagram и Facebook запрещены в РФ. Решением суда от 21.03.2022 компания Meta признана экстремистской организацией на территории Российской Федерации.*

- Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) (TSM):

TSMC — крупнейший в мире контрактный производитель полупроводников. Компания производит чипы для других технологических компаний, включая таких гигантов, как Apple, AMD и NVIDIA. TSMC играет ключевую роль в глобальной цепочке поставок полупроводников.

Капитализации данных компаний согласно TradingView<sup>3</sup> (веб-сервис и социальная сеть для трейдеров, в основе которой лежит платформа технического анализа) варьируются от 848 млрд. долларов до 3.75 трлн. долларов. Их полный список представлен на рис 1.

---

<sup>3</sup> <https://ru.tradingview.com/markets/world-stocks/worlds-largest-companies/>

Инструмент WV	Капитализация	Динам. рэнк, кап. % г	Цена/прибыль	PEG тн	Цена/Объём продаж	Цена / Баланс. стоимость	Цена/Дивиденд. ср-е	Цена/Дивиденд. ср-е	Цена/Средств	Стоим. комп.
● AAPL Apple Inc. <sup>o</sup>	3.75 T дол	-20.60%	40,82	—	9,62	65,77	31,94	34,71	57,95	3,8 T дол
● NVDA NVIDIA Corporation <sup>o</sup>	3.31 T дол	+197.29%	53,20	0,23	30,36	50,23	56,76	59,18	86,94	3,28 T дол
■ MSFT Microsoft Corporation <sup>o</sup>	3.1 T дол	+18.57%	36,59	2,12	13,11	11,46	27,11	45,58	42,23	3,31 T дол
● AMZN Amazon.com, Inc. <sup>o</sup>	2.37 T дол	-56.70%	48,23	0,34	3,91	9,13	21,43	56,24	26,36	2,43 T дол
● GOOG Alphabet Inc. <sup>o</sup>	2.27 T дол	-26.45%	24,74	0,53	6,48	7,28	22,04	41,50	24,85	2,21 T дол
■ 2222 SAUDI ARABIAN OIL CO. <sup>o</sup>	1.84 T дол	+15.43%	16,85	—	3,78	4,64	13,03	19,76	26,69	1,91 T дол
● META Meta Platforms, Inc. <sup>o</sup>	1.56 T дол	-84.13%	29,17	0,33	10,21	9,50	19,46	30,82	22,68	1,54 T дол
● TSLA Tesla, Inc. <sup>o</sup>	1.29 T дол	+41.18%	109,85	6,09	14,03	18,39	96,85	388,44	41,08	1,27 T дол
● BRC A Berkshire Hathaway Inc. <sup>o</sup>	997.81 B дол	-31.61%	9,35	0,23	2,70	1,59	24,72	47,45	3,07	814,71 B дол
● 2330 TAIWAN SEMICONDUCTOR HL. <sup>o</sup>	848.82 B дол	-86.85%	26,12	1,68	10,41	6,79	16,33	28,27	12,50	814,72 B дол

Рис. 1. Мировые лидеры по капитализации

На сегодняшний день Apple Inc. является мировым лидером по капитализации (3.75 трлн. долларов). Стоимость корпорации оценивается в 3.78 трлн. долларов и имеет чистую прибыль в размере 93.74 млрд. долларов. Секрет ее успеха состоит в комбинации следующих факторов:

- **Инновации.**

Компания всегда стремится к внедрению новых технологий, что позволяет ей оставаться лидером в своей отрасли.

- **Превосходное качество.**

Покупатели уверены, что продукция Apple долговечна, надёжна и будет служить им долго.

- **Экосистема.**

Все устройства Apple интегрированы между собой и работают как единая система. Это делает пользовательский опыт бесшовным и удобным.

- **Бренд.**

Apple создала уникальный имидж бренда, который ассоциируется с успехом, креативностью и престижем. Для многих покупка устройства Apple — это показатель статуса.

- **Философия дизайна.**

У компании была уникальная философия дизайна, характеризующаяся минимализмом и сдержанностью интерфейсов своих продуктов.

Самой прибыльной сферой является технологический сектор, на втором и третьем местах находятся электронная коммерция и энергетический сектор соответственно.

Таким образом, капитализация компании является важным индикатором ее рыночной позиции и финансового здоровья, отражающим не только текущее состояние бизнеса, но и его потенциал для дальнейшего роста. Формирование и изменение капитализации зависят от множества внутренних и внешних факторов, включая финансовые результаты, управленческие стратегии, конкуренцию, экономические условия и социальные тренды.

Компании, стремящиеся повысить свою капитализацию, должны уделять внимание, как оптимизации внутренней деятельности, так и адаптации к изменениям во внешней среде. Эффективное управление, качественные продукты, инновации и социальная ответственность становятся ключевыми компонентами успешной бизнес - стратегии. Важно также понимать, что капитализация не является статичным показателем; она может меняться под воздействием как позитивных, так и негативных факторов.

В условиях динамичного рынка компании, способные успешно управлять своими ресурсами и адаптироваться к изменениям в окружении, имеют больше шансов на устойчивый рост капитализации и успех в долгосрочной перспективе.

### Список литературы

1. Маркс, К. Капитал: в 3 т. – М., 1988. Т. 1. С. 593.
2. Абрамов, А.Е. Рыночная капитализация — понятие, показатели и сферы их применение / А.Е. Абрамов // Акционерное общество. – 2003. – № 3 (4). – С. 51.
3. Дамодаран, А. Инвестиционная оценка: инструменты и методы для определения стоимости любого актива / А. Дамодаран. – М.: Альпина Паблшер, 2011. – 993с.
4. Булеев, И. П. Капитализация предприятий: теория и практика: монография / И.П. Булеев, Н.Е. Брюховецкая. – Донецк: Институт экономики и промышленности, 2011. 328 с.

### **СЕКЦИЯ 3. ВЫЗОВЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

УДК 57.084.1

#### **БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ**

*Кокорин А.М., канд. биол. наук, доцент,  
Дроздова А.Р., Семенова Е.В., студенты,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Статья посвящена проблеме качества одежды, изготавливаемой из синтетических и натуральных волокон. Рассмотрены вопросы использования биотестирования водных вытяжек из изделий с помощью проростков растений кресс-салата (лат. *Lepidium sativum*): морфологических и динамических тест-функций. Отмечено большее воздействие на растительные тест-объекты водных вытяжек из синтетических изделий.

*Ключевые слова:* биотестирование, изделия из синтетических и натуральных волокон, тест-функции проростков растений, степень токсичности.

В современном мире понятие «комфорта» одежды неотрывно связано с безопасностью изделия, т.к. обеспечение оптимальных показателей свойств, характеризующих комфортное состояние организма, отражает его нормальное функционирование.

Все чаще в производстве полотен для пошива одежды используют искусственные и синтетические волокна, которые получают в процессе полимеризации с использованием катализаторов, содержащих тяжелые металлы. В то же время для улучшения потребительских свойств натуральные волокна обрабатываются специальными составами, в которые входят такие компоненты как формальдегид, фенол, фталаты и полифторированные соединения и их производные. Данные соединения могут мигрировать на кожный покров человека и вызывать негативное влияние на организм. Таким

образом, контроль экобезопасности полотен актуален для сохранения здоровья человека [1].

Целью нашей работы является анализ и оценка качества импортной текстильной продукции с помощью растений-биотестов.

В основе работы лежит метод биотестирования, который позволяет комплексно оценить качество воды для живых организмов. Одним из преимуществ биотестирования является получение оперативного сигнала о степени токсичности, а также простота и доступность выполнения эксперимента.

В настоящей работе проводились исследования полотен, изготовленных из двух видов волокна: натурального (хлопок) и синтетического. Натуральные волокна образуются в природе без участия человека и могут быть органическими (растительного и животного происхождения), и неорганическими, т.е. минеральными.

В настоящее время применение химических волокон превосходит применение натуральных волокон, что объясняется практически неограниченной сырьевой базой для их получения, а также возможностью получения волокон и нитей с заданными свойствами.

Химические волокна в зависимости от исходных материалов делят на искусственные и синтетические. К искусственным волокнам относятся волокна (нити) получаемые химической переработкой природных высокомолекулярных соединений (древесная целлюлоза, хлопковый пух), а также волокна, получаемые на основе низкомолекулярных веществ: стеклянные, металлические, металлизированные.

Синтетические волокна (нити) получают из гетероцепных и карбоцепных синтетических полимеров в результате реакции полимеризации или поликонденсации. Исходным сырьем для производства синтетических волокон являются простые вещества (этилен, бензол, фенол, пропилен и др.), которые получают из нефтяных газов, нефти и каменноугольной смолы.

Синтетические ткани обладают рядом недостатков: низкая гигроскопичность, низкая теплопроводность, образование статического электричества. Пожалуй, самый опасный недостаток синтетических тканей: большое содержание различных химических веществ. Летучие токсичные компоненты в большинстве случаев, остаются на материале навсегда, и даже стирка, глажка и сушка не способны полностью очистить ткань.

Людам, страдающим аллергией, кожными заболеваниями, экземой или псориазом противопоказаны синтетические ткани. Основными «провокаторами» аллергии являются синтетические красящие вещества и химикаты, которыми обрабатывают поверхность ткани. Наряду с красителями аллергию и экземы могут вызвать смягчители, отбеливатели, оптические осветлители, антимикробные субстанции, а также химикаты, используемые для упрочнения и защиты ткани [1].

Биотестирование основано на регистрации биологически важных показателей, так называемых тест-функций, исследуемых тест-объектов. После регистрации этих показателей производится оценка их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности [2].

В качестве объектов для проведения исследования были выбраны 2 трикотажных изделия от разных производителей-импортеров – Беларуси и Китая. Объекты представляют собой чулочно-носочные изделия. Состав носков определяется по ярлычку. В составе первой пары содержится 100% волокон хлопка. В составе второй пары содержится 100% синтетических волокон: спандекс – 80%, нейлон - 15%, лайкра - 5%.

Водные вытяжки готовили следующим образом: 25 г полотна измельчали, заливали 250 мл бутилированной воды и экстрагировали в течение 14 суток [3].

В данной исследовательской работе в качестве тест-объекта был использован кресс-салат (лат. *Lepidium sativum*). Оценка токсичности исследуемых водных вытяжек по проросткам растений-индикаторов проводилась методом полива проростков тест-растений испытуемой водой по ГОСТ 12038-84.

Кресс-салат обладает повышенной чувствительностью к загрязнению воды тяжелыми металлами. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти 100% всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни кресс-салата под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней) [4].

В эксперименте был использован кресс-салат «Забава». ГОСТ 32592-2013. Кресс-салат «Забава» - раннеспелый сорт. Период от полных всходов до начала хозяйственной годности 25-30 дней [5]. Биотестирование проводилось в шестикратной повторности для каждого анализа опытной пробы и в четырехкратной – для контрольной.

Эксперимент проводился в лаборатории кафедры БЖД, экологии и химии Ковровской Государственной Технологической Академии имени В.А. Дегтярева в осенний период. Продолжительность эксперимента составила 7 суток. В каждую пробу семян помещали этикетку с указанием номера проращиваемой пробы (повторности). Семена раскладывали в контейнеры на фильтровальную бумагу в два слоя. Поливали исследуемой водой и проверяли состояние увлажненности, не допуская переувлажнения.

К изучаемым показателям проросших семян кресс-салата были отнесены: длина корня (см), масса проростков (г), масса побегов (г), масса корней (г), количество изгибов (%). Также оценивались динамические показатели (показатели развития) тестовых растений. Динамические показатели отражают скорость (время в днях) перехода растительных объектов в новую стадию развития. При изучении тест-объектов нами выделены следующие стадии: семя появление корешка, появление ростка, появление первого листа [6].

Степень токсичности водных вытяжек оценивалось с помощью индекса токсичности (Т), который рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{x_{\text{экс}} - x_{\text{контр}}}{x_{\text{контр}}} \cdot 100\%,$$

где –  $X_{\text{экс}}$  – величина тест-реакции для контрольной пробы (заведомо нетоксичной, например, дистиллированной воды);

–  $X_{\text{контр}}$  – величина тест-реакции для исследуемой пробы.

Таблица 1

Уровни (классы) токсичности исследуемых водных проб в зависимости от экспериментального значения индекса токсичности

Уровень (класс) токсичности	Индекс токсичности (Т), условные единицы	Характеристика уровня (класса) токсичности
I	0,76-1	Высокотоксичная
II	0,51-0,75	Токсичная
III	0,26-0,50	Малотоксичная
IV	0,00-0,25*	Нетоксичная

\* - при значениях концентрации модельных токсикантов ниже ПДК<sub>в</sub> и ПДК<sub>с.р.в</sub>

Результаты наших исследований мы представили в табл. 2. В процентах указан индекс токсичности. Он имеет отрицательное значение при наличии токсичности, а положительное значение свидетельствует о стимулирующем воздействии, Положительное значение параметра «количество изгибов» характеризует отклонение от нормы.

Таблица 2

Исследование влияния проб воды на тест-функции кресс-салата

Тест-функции	Бутил. вода контроль	Хлопковое волокно			Синтетическое волокно		
		Разбавление водной вытяжки					
		Исходный раствор	1/2	1/10	Исходный раствор	1/2	1/10
Длина корня, см	7,55± 0,6	8,35± 1,5	7,15± 1,1	8,32± 0,9	10,88± 1,7* +40%	8,85± 1,3	8,60± 1,5
Масса проростков, г	0,3± 0,02	0,45± 0,05* +50%	0,41± 0,1	0,48± 0,04* +60%	0,5± 0,06* +60%	0,42± 0,1* +40%	0,43± 0,04* +43%
Масса побегов, г	0,2± 0,02	0,28± 0,06* +40%	0,2± 0	0,25± 0,06	0,32± 0,04* +60%	0,27± 0,04* +35%	0,27± 0,04* +35%
Масса корней, г	0,1± 0,01	0,13± 0,04	0,12± 0,04	0,15± 0,06	0,18± 0,04* +80%	0,15± 0,06	0,17± 0,04* +70%
Количество изгибов, %	2,5± 0,8	1,83± 0,8	0,83± 0,5* +67%	1,33± 0,5* +47%	1,50± 0,8	0,5± 0,4* +80%	0,33± 0,4* +87%

\* - достоверные различия

В нашей работе мы провели исследование трех водных вытяжек хлопковых изделий и трех водных вытяжек синтетических изделий. В целом можно сказать, что анализируемые опытные пробы

воды, не оказывают угнетающего действия на растительные организмы.

Однако, для тест-организмов «Кресс-салат» при поливе исходной водной вытяжкой из синтетических изделий отмечено малотоксичное действие на тест-функцию «длина корня». Увеличение длины корня составило 40% от контрольной группы (см. табл. 2).

Также нами было отмечено большее стимулирующее воздействие на тест-объект водной вытяжки из синтетических изделий. Так тест-функции «масса проростков» и «масса побегов» семян кресс-салата показали увеличение значений на 60%, тест-функции «масса корней» – на 80%.

Водные вытяжки хлопковых изделий в исходной концентрации оказали положительное воздействие на тест-функции «масса проростков» и «масса побегов». Превышение данных показателей составило меньшие значения, чем при воздействии водных вытяжек синтетических изделий - 50% и 40% соответственно (табл. 2).

Увеличение значений тест-функции «количество изгибов» семян кресс-салата было отмечено при воздействии на проростки водных вытяжек из синтетических изделий. Так превышение значений тест-функций у проростков растений контрольных групп при воздействии вытяжек хлопковых изделий составляет 67% и 47% (разбавление 1:2 и 1:10 соответственно), а при воздействии вытяжек синтетических изделий - 80% и 87% (табл. 2).

По данным гистограмм динамических показателей были выявлены незначительные отклонения. Например, в водных вытяжках хлопкового волокна и синтетического волокна с разбавлением исходной водной вытяжки 1:2 тест-объекты «кресс-салат» показали более медленный переход в стадию корешка на 3-ий день по сравнению с контролем.

В связи с этим можно сделать вывод, что водные вытяжки из синтетических изделий оказывают большее воздействие на растительные тест-объекты кресс-салата (*Lepidium sativum*), чем из натуральных.

### Список литературы

1. Шеромова, И. А. Текстильные материалы: получение, строение, свойства: Учебное пособие / И.А. Шеромова. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 220 с.
2. Метелев, В.В. Водная токсикология / В.В. Метелев, Л.И. Канаев, Н.Г. Джахазова. – М.: Колос, 1971. – 246 с.
3. Трапезникова, М. А. Биотестирование водных вытяжек из трикотажного полотна / М.А. Трапезникова, А.С. Ярмоленко, Е.В. Коваль // Сборник материалов Всероссийской научно-практической-конференции с международным участием, 2016. – С. 222-224.
4. Мухин, В. Д. Кресс-салат как тест-объект / В.Д. Мухин // Хозяйство, овощеводство. – М.: Изд-во ЭксмоПресс, 2000. – С. 9-12.
5. Кресс-салат «Забавка». [Электронный ресурс]. URL: [https://www.ncsemena.ru/shop/semena/semena\\_ovoshchey/salat/kress\\_salat/kress\\_salat\\_zabava-](https://www.ncsemena.ru/shop/semena/semena_ovoshchey/salat/kress_salat/kress_salat_zabava-) (дата обращения: 12.11.2024 г).
6. Кокорин, А.М. Оценка токсичности водной среды в водоемах, расположенных на территории г. Коврова с помощью метода биотестирования / А.М. Кокорин, Е.С. Наумова, А.Г. Пан // Экологический сборник 7. Труды молодых ученых. VII Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция / под редакцией С.А. Сенатора, О.В. Мухортовой, С.В. Саксонова, 18–21 апреля. – Тольятти, 2019. – С. 234-237.

УДК 614.84

### ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗМОЖНОЙ АВАРИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ Г. КОВРОВА

*Ларионов А.С., канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье проведен анализ последствий возможной аварии при перевозке взрывопожароопасных веществ на железнодорожной станции г. Коврова.

*Ключевые слова:* железнодорожные перевозки, чрезвычайные ситуации, взрывы, пожары, пожарная безопасность, оценка последствий.

Железнодорожный транспорт, выполняющий огромные объемы перевозок пассажиров и грузов, в том числе опасных и особо опасных, относится к отраслям народного хозяйства с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций.

Общие причины происшествий на железнодорожном транспорте [1]:

- естественный физический износ технических средств;
- нарушение правил эксплуатации;
- усложнение технологий;
- увеличение численности, мощности и скорости транспортных средств;
- терроризм;
- рост плотности населения вблизи железнодорожных объектов;
- несоблюдение населением правил личной безопасности.

Аварии железнодорожного транспорта, осуществляющего перевозку опасных грузов, могут приводить к пожарам, взрывам, химическому и биологическому заражению, радиоактивному загрязнению. Характерной особенностью этих чрезвычайных ситуаций являются значительные размеры и высокая скорость формирования очага поражения.

Таким образом, железнодорожная станция является взрывопожаро и химически опасным объектом, возможная ЧС может привести к значительному ущербу. В силу чего анализ возможных последствий такой ЧС представляется актуальным.

В работе была смоделирована следующая ЧС.

На железнодорожной станции произошло столкновение вагона и цистерны, содержащей сжиженный углеводородный газ (СУГ) - пропан. Цистерна стандартная объемом 54 м<sup>3</sup>, загрузка СУГ 24 т, степень заполнения 0,85. При столкновении цистерна с СУГ получила пробоину, произошел пролив всего количества СУГ и образовалось облако топливно-воздушной смеси (ТВС). В результате возникновения источника воспламенения произошел взрыв облака ТВС. При взрыве облака ТВС произошло разрушение и разгерметизация 7 цистерн с легковоспламеняющейся жидкостью (ЛВЖ) - керосин, объемом 61,2 м<sup>3</sup>, загрузка 42т, степень заполнения 0,85. В результате чего возник пожар пролива ЛВЖ.

Оценку последствий ведем согласно [3].

Для определения радиусов зон поражения использовалось уравнение

$$R = \frac{KW^{1/3}}{\left(1 + \left(\frac{3180}{W}\right)^2\right)^{1/6}}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент, определяемый согласно [3];  $W$  – тротильный эквивалент взрыва.

Общая масса пролитого нефтепродукта при разрушении одной цистерны

$$M_{0I} = V_{ц} \cdot e \cdot \rho_{ж}, \quad (2)$$

где  $V_{ц}$  – объем цистерны, м<sup>3</sup>;  $e$  – степень заполнения цистерны;  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости (керосин).

Количество пролитой жидкости, образующей возможную площадь горения

$$M_3 = M_0 \cdot (1 - K_{\delta}), \quad (3)$$

где  $M_0$  – общая масса пролитого продукта, кг;  $K_{\delta} = 0,24$  – коэффициент, учитывающий уход разлитого нефтепродукта в балласт.

Площадь разлива (пожара) оценивалась по формуле

$$S_p = M_3 / (h_{сл} \cdot \rho_{ж}), \quad (4)$$

где  $h_{сл}$  – толщина слоя разлившейся жидкости.

Длина и ширина пожара

$$b = (S_p / 3,5)^{1/2}, \quad (5)$$

$$a = 3,5 \cdot b. \quad (6)$$

Общее возможное количество вагонов в очаге пожара:

$$N = S_p \cdot K_p / S_{вар}, \quad (7)$$

где  $N$  – общее количество вагонов, охваченных огнем, шт.;  $S_{вар}$  – средняя площадь пола вагона, м<sup>2</sup>;  $K_p = 0,75$  – коэффициент, учитывающий расстояние между подвижным составом.

Количество вагонов на крайних железнодорожных путях по длине фронта пожара:

$$N_k = a / (l_6 + 1), \quad (8)$$

где  $l_в$  – средняя длина вагона, 13,5 м.

Количество  $N_{и}$  вагонов на железнодорожных путях по ширине фронта пожара:

$$N_{и} = b/R_{жсд}, \quad (9)$$

где  $R_{жсд}$  – минимальное расстояние, занимаемое одним железнодорожным путем с подвижным составом.

Количество  $N_n$  вагонов по периметру пожара без учета цистерн, из которых произошел разлив:

$$N_n = 2 \cdot \square N_k + (N_{и} - 2) \square \cdot N_{ц}^{zop}, \quad (10)$$

где  $N_{ц}^{zop}$  – количество цистерн с ЛВЖ и ГЖ на горящих путях.

Расход огнетушащего состава на тушение пожара пролива ЛВЖ

$$Q_{mp}^m = S_m \cdot J_s^m, \quad (11)$$

где  $Q_{mp}^m$  – требуемый расход на тушение пожара, л/с;  $S_m$  – площадь тушения, м<sup>2</sup>;  $J_s^m$  – интенсивность подачи раствора пены средней кратности, л/м<sup>2</sup>·с.

Требуемый расход воды на охлаждение цистерн в очаге пожара определяют по формуле:

$$Q_{mp}^o = (N_{ц}^{zop} + I) \cdot S_{ц} \cdot J_s^o, \quad (12)$$

где  $Q_{mp}^o$  – требуемый расход воды на охлаждение, л/с;  $N_{ц}^{zop}$  – количество цистерн в очаге пожара;  $S_{ц}$  – площадь поверхности защищаемого вагона, 127 м<sup>2</sup>;  $J_s^o$  – интенсивность подачи распыленной воды на охлаждение, л/м<sup>2</sup>·с.

Требуемый расход на тушение подвижного состава по периметру пожара:

$$Q_{mp}^n = N_n \cdot S_{бар} \cdot J_s^n, \quad (13)$$

где  $Q_{mp}^n$  – требуемый расход воды на тушение подвижного состава, л/с;  $N_n$  – количество вагонов по периметру пожара;  $S_{бар}$  – площадь вагона, м<sup>2</sup>;  $J_s^n$  – интенсивность подачи воды на тушение подвижного состава, л/м<sup>2</sup>·с.

Требуемый расход на защиту цистерн на соседних путях:

$$Q_{mp}^3 = 0,5 \cdot N_{цс} \cdot S_{ц} \cdot J_s^3, \quad (14)$$

где  $Q_{mp}^3$  – требуемый расход воды на защиту цистерн на соседних путях, л/с;  $N_{цс}$  – количество цистерн по периметру пожара;  $S_{ц}$  – площадь поверхности цистерны, м<sup>2</sup>;  $J_s^3$  – интенсивность подачи распыленной воды на защиту цистерн, л/м<sup>2</sup>·с.

С учетом тушения пожара и защиты цистерн требуемый расход воды:

$$Q_{mp} = Q_{mp}^m + Q_{mp}^o + Q_{mp}^n + Q_{mp}^3. \quad (15)$$

Количество воды, требуемой на охлаждение цистерн в очаге пожара

$$G_{охл} = 60 \cdot Q_{mp}^o \cdot t_{охл}, \quad (16)$$

где  $t_{охл}$  – продолжительность охлаждения вагона, на станциях в черте города 75-105 мин.

Количество раствора пенообразователя, требуемого для тушения пожара пролива и тушения горловин цистерн

$$G_{no} = K_n \cdot (Q_{mp}^m \cdot t_{туш} + N_{гор} \cdot q_{enc} \cdot t_{гор}), \quad (17)$$

где  $K_n$  – коэффициент запаса, равный 3;  $t_{туш}$  – расчетное время тушения разлившейся жидкости, 1800 с;  $t_{гор}$  – расчетное время тушения горящей горловины цистерны, 600с .

Результаты расчётов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Радиус зоны полных разрушений $R_1$ , м	114,5
Радиус зоны сильных разрушений $R_2$ , м	168,7
Радиус зоны средних разрушений $R_3$ , м	289,2
Радиус зоны слабых разрушений $R_4$ , м	843,4
Безопасная зона $R_5$ , м	1687
Полная масса пролитой жидкости $M_0$ , кг	294000
Количество пролитой жидкости, образующей возможную площадь горения $M_3$ , кг	223440
Площадь разлива (пожара) $S_p$ , м <sup>2</sup>	1551
Длина пожара $a$ , м	73
Ширина пожара $b$ , м	21
Общее возможное количество вагонов в очаге пожара $N$ , шт.	29
Требуемый расход воды с учетом тушения пожара и защиты цистерн $Q_{mp}$ , л/с	261,6
Количество воды, требуемой на охлаждение цистерн в очаге пожара $G_{охл}$ , л	318780
Количество раствора пенообразователя, требуемого для тушения пожара пролива и тушения горловин цистерн $G_{no}$ , л	534600

### **Заключение**

В работе смоделирована чрезвычайная ситуация техногенного взрыва с последующим пожаром на узловой железнодорожной станции г. Коврова. Из полученных результатов видно, что в зону полных разрушений попадает здание вокзала, пешеходный мост через железную дорогу, в зону сильных разрушений автомобильный мост через железную дорогу, в зону средних разрушений здание Железнодорожной больницы, ряд жилых строений и производственных корпусов. Снижение ущерба от аварии может быть достигнуто эффективной и скоординированной работой всех служб, привлекаемых для ликвидации последствий и оказания помощи пострадавшим.

### **Список литературы**

1. Долицкий, Е.А. Расследование крушений и аварий на железнодорожном транспорте / Е.А. Долицкий. – М., 2009.
2. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991.
3. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей": приказ Ростехнадзора от 28.11.2022 N 412.

УДК 614.84

## **ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНОГО ВЗРЫВА ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГАЗОПРОВОДЕ АО «КЭМЗ»**

*Ларионов А.С., канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье проведен анализ последствий возможной аварии, связанной с утечкой и взрывом природного газа на АО «КЭМЗ».

*Ключевые слова:* газопровод, природный газ, чрезвычайные ситуации, взрывы, пожары, пожарная безопасность, оценка последствий.

В результате разрушения газопроводов возможен выброс хранящегося продукта внутрь промышленного здания или на открытую площадку с образованием газозвушной смеси (ГВС). Серьезную опасность для персонала, зданий, сооружений и технологического оборудования представляет взрыв образовавшейся ГВС. Источником зажигания при взрыве может являться искры от неисправной проводки, искры от сварочных работ и т.д. [1].

Объектом исследования в данной работе выбран газопровод АО “КЭМЗ”.

К основным условиям, влияющим на параметры взрыва, относят: массу и тип взрывоопасного вещества, его параметры и условия хранения или использования в технологическом процессе, место возникновения взрыва, объемно-планировочные решения сооружений в месте взрыва [2].

Оценка последствий взрыва проведена согласно [3].

Для определения радиусов зон поражения использовалось уравнение

$$R = \frac{KW^{1/3}}{\left(1 + \left(\frac{3180}{W}\right)^2\right)^{1/6}}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент, определяемый согласно [3];  $W$  – тротиловый эквивалент взрыва.

Тротиловый эквивалент взрыва определяется из соотношения:

$$W = \frac{0,4}{0,9} \frac{M_g q_g}{4,5 \cdot 10^6}, \quad (2)$$

где  $M_g$  – масса горючего вещества, содержащегося в облаке ГВС, кг;  $q_g$  – удельная теплота сгорания газа, Дж/кг;  $W$  – тротиловый эквивалент взрыва топливно-воздушной смеси, кг.

Исходные данные для расчёта:

- абсолютное давление в газопроводе  $P_2=1,3$ МПа;
- атмосферное давление  $P_0=0,1$ МПа;
- внутренний диаметр газопровода  $D=200$ мм;
- длина газопровода от электрозадвижки до предохранительного запорного клапана  $L=200$ м;
- время закрытия задвижки  $t_3=300$ с;
- толщина прокладки  $H=2$ мм;

– плотность природного газа  $\rho=0,765\text{кг/м}^3$ ;  
 – показатель адиабаты природного газа  $\gamma = 1,2$ .

Скорость выброса газа:

$$q = 0,8S\sqrt{P_2\rho_2\gamma\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}, \quad (3)$$

где  $\rho_2$  – плотность газа в газопроводе;

$$\rho_2 = \rho(P_0/P_2)^{1/\gamma}. \quad (4)$$

$S$ – площадь отверстия разгерметизации,  $\text{м}^2$ ;

$$S=0,25\pi DH. \quad (5)$$

Количество природного газа, выброшенного до закрытия электрозадвижки:

$$m_1 = qt_3. \quad (6)$$

Количество природного газа, выброшенного после закрытия газопровода:

$$m_2 = SL(\rho_2 - \rho). \quad (7)$$

Количество природного газа, выброшенного в результате аварийной ситуации:

$$M_s = m_1 + m_2. \quad (8)$$

Результаты расчётов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость выброса газа $q$ , кг/с	0,47
Количество природного газа, выброшенного в результате аварийной ситуации $M_s$ , кг	144,6
Тритиловый эквивалент взрыва, кг	662,7
Радиус зоны полных разрушений $R_1$ , м	19,5
Радиус зоны сильных разрушений $R_2$ , м	28,7
Радиус зоны средних разрушений $R_3$ , м	49,3
Радиус зоны слабых разрушений $R_4$ , м	143,7
Безопасная зона $R_5$ , м	287,4

Соответствующие зоны сильных разрушений приведены на рис.1.

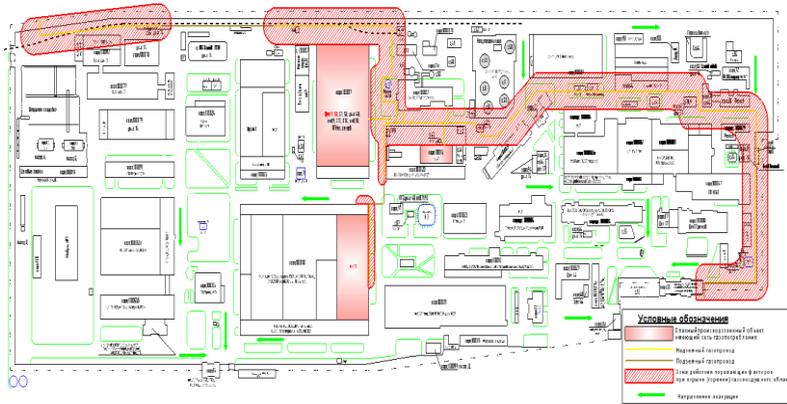


Рис.1. Зоны сильных разрушений при аварийном взрыве природного газа на газопроводе АО “КЭМЗ”.

### Заключение

В работе смоделирована чрезвычайная ситуация, связанная с утечкой и последующим взрывом природного газа на газопроводе АО “КЭМЗ”. Из полученных результатов видно, что в зону полных разрушений могут попадать, прилегающие к газопроводу производственные корпуса. Снижение ущерба от аварии может быть достигнуто эффективной и скоординированной работой всех служб, привлекаемых для ликвидации последствий и оказания помощи пострадавшим.

### Список литературы

1. Колпакова, Н. В. Газоснабжение: учебное пособие / Н. В. Колпакова, А. С. Колпаков; науч. ред. Н. П. Ширяева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
2. Бесчастнов, М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991.
3. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей": приказ Ростехнадзора от 28.11.2022 N 412.

УДК 614.84

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ  
ФГБОУ ВО «КГТА ИМЕНИ В.А. ДЕГТЯРЁВА»**

*Ларионов А.С., канд. техн. наук,  
Маслова А.В., канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье рассмотрены проблемы управления рисками в сфере высшего образования, идентификация и оценка рисков.

*Ключевые слова:* высшее образование, высшее учебное заведение, риск, анализ рисков, оценка рисков, управление рисками.

Неопределенность, связанная с понятием риска имеет место в любой сфере деятельности. Она определяется отсутствием или недостаточностью информации, это в свою очередь может привести к различным нежелательным последствиям.

Управление рисками позволяет повысить устойчивость к внешним воздействиям, а также улучшить финансово-хозяйственную деятельности организаций.

Управление рисками может относиться к любой сфере деятельности. В данной работе будут рассматриваться риски, характерные для сферы высшего образования.

*Актуальность темы исследования* определяется тем, что в современных условиях социально-экономического развития России изменились условия функционирования рынка образовательных услуг. Можно отметить нарастание неопределенности внешней среды, усиление конкуренции между вузами, сокращение бюджетного финансирования государственных вузов. Если раньше достаточное и своевременное ресурсное обеспечение защищало государственные вузы от многих рисков, то сейчас их функционирование в зна-

чительной степени зависит от грамотного и конкурентоспособного менеджмента.

Однако на сегодняшний день общепризнанный теоретический подход к проблеме управления рисками в сфере образования отсутствует. Противоречивой остается понятийная база, наблюдаются разные подходы к классификации и определению методов оценки рисков. Поэтому, актуальность темы исследования обуславливается ещё и недостаточной разработкой концептуальных проблем управления рисками высших учебных заведений в условиях рыночной экономики, а также практической значимостью исследований, связанных с применением механизмов управления рисками в отечественных вузах.

В данной работе представлен первый этап управления рисками, а именно идентификация и оценка рисков.

Цель работы: Провести анализ рисков, возникающих в процессе деятельности высшего учебного заведения.

Задачи исследования:

1. Изучить теоретические основы управления рисками в образовательных организациях.
2. Выбрать метод оценки рисков.
3. Провести идентификацию и оценку рисков.
4. Проанализировать результаты, полученные в ходе оценки рисков.

Объектом исследования выбрано: ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярёва».

Методы оценки рисков делятся на две большие группы количественные и качественные. В свою очередь количественные подразделяются на аналитические, статистические и экспертные. Особенностью высших учебных заведения является то, что зачастую исходных данных для оценки ряда рисков недостаточно, а некоторые риски в принципе невозможно измерить, поэтому в работе был сделан выбор в пользу экспертных методов оценки рисков, и использован **матричный метод** [1].

Суть метода состояла в том, что для оценки вероятности наступления рисковогo события и величины последствий проводился опрос экспертов.

Для оценки вероятности возникновения риска использовалась шкала вероятностей:

- ранг 1- «очень низкая (0-20%)»;
- ранг 2- «низкая (20-40%)»;
- ранг 3-«средняя (40-60%)»;
- ранг 4-«высокая (60-80%)»;
- ранг 5-«очень высокая (80-100%)».

Для оценки последствий реализации риска шкала последствий:

- ранг 1- «минимальные»;
- ранг 2-«низкие»;
- ранг 3-«средние»;
- ранг 4-«высокие»;
- ранг 5-«максимальные».

Уровень риска определялся как произведение среднего арифметического ранга вероятности по всем экспертам и среднего арифметического ранга последствий по всем экспертам.

Критерием выбора экспертов было

1. Наличие доступа к данным об управленческих процессах и проектах в академии.

2. Компетенции в области управления в высшем образовании.

Таким образом, в качестве экспертов выступили 9 человек: проректор по УРиР, деканы факультетов МТФ, АиЭ, ЭиМ, а также заведующие 5 кафедр.

Была проведена идентификация рисков [2-5]. Выявленные риски по группам представлены табл. 1.

Таблица 1

Область рисков	Риски
Риски в образовательной деятельности	Не обеспечение качества приема. Невыполнение государственного задания. Не обеспечение качества образования, требований федеральных государственных образовательных стандартов

Окончание табл. 1

Область рисков	Риски
Риски в научно-исследовательской деятельности	<p>Невыполнение объемов научно-исследовательских работ.</p> <p>Недостаточная публикационная активность профессорско-преподавательского состава.</p> <p>Недостаточная коммерциализация результатов научно-исследовательских работ.</p>
Риски в финансовой деятельности	<p>Неэффективное финансовое планирование.</p> <p>Не достижение пороговых значений стратегических показателей.</p> <p>Снижение финансовой устойчивости.</p>
Риски в области управления персоналом	<p>Недостаток кадров.</p> <p>Недостаточная квалификация персонала.</p> <p>Не обеспечение качества образования, требований федеральных государственных образовательных стандартов.</p>
Риски в области управления имуществом комплексом	<p>Неэффективное использование имущества.</p> <p>Недостаток средств на обновление, модернизацию, капитальный ремонт основных средств, развитие материально-технической базы.</p>
Риски в обеспечении безопасности	<p>Не обеспечение антитеррористической безопасности.</p> <p>Не обеспечение информационной безопасности.</p> <p>Не обеспечение требований ГО и ЧС, противопожарной безопасности.</p>
Социально-экономические риски	<p>Уменьшение государственного финансирования образовательных учреждений.</p> <p>Уменьшение контрольных цифр приема (КЦП)</p> <p>Невыполнение КЦП.</p> <p>Изменение требований к абитуриентам на государственном уровне.</p> <p>Ухудшение демографической ситуации в регионе.</p>

В соответствии с выявленными рисками был разработан опросный лист.

Критерии оценки рисков приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уровень риска, баллы	Статус уровня риска и последующие действия
17-25	Критический уровень риска. Требуются незамедлительные действия по предотвращению и уменьшению риска или минимизации возможных потерь
10-16	Высокий уровень риска. Требуются незамедлительные действия по предотвращению, недопущению перехода на критический уровень или уменьшению риска.
4-9	Средний уровень риска. Требуются действия по предотвращению, недопущению перехода на более высокий уровень или уменьшению риска, по крайней мере, до низкого уровня
1-3	Низкий уровень риска. Действия в отношении рисков не требуются

Риски, которые по результатам обработки опроса экспертов, оказались критическими и высокими, отсортированные по уменьшению ранга, представлены в табл.3.

Таблица 3

№	Риск	Вероятность	Последствия	Уровень риска	Статус риска
1	Недостаток кадров.	4,1	4,1	16,8	Критический
2	Не обеспечение качества приема.	3,8	4,1	15,6	Высокий
3	Ухудшение демографической ситуации в регионе.	4,1	3,6	14,8	Высокий
4	Уменьшение контрольных цифр приема (КЦП).	3,4	4,3	14,6	Высокий
5	Невыполнение КЦП.	3,6	4	14,4	Высокий

Окончание табл. 3

№	Риск	Вероятность	Последствия	Уровень риска	Статус риска
6	Недостаток средств на обновление, модернизацию, капитальный ремонт основных средств, развитие материально-технической базы.	4	3,2	12,8	Высокий
7	Невыполнение государственного задания.	3	4,1	12,3	Высокий
8	Отток кадров.	3,2	3,8	12,2	Высокий
9	Невыполнение объемов научно-исследовательских работ.	3,4	3,5	11,9	Высокий
10	Рост конкуренции между вузами.	3,7	3,2	11,8	Высокий
11	Недостаточная коммерциализация результатов научно-исследовательских работ.	4,1	2,8	11,5	Высокий
12	Не достижение пороговых значений стратегических показателей.	3	3,8	11,4	Высокий
13	Уменьшение государственного финансирования образовательных учреждений.	2,9	3,9	11,3	Высокий
14	Не достаточная квалификация персонала.	3	3,7	11,1	Высокий
15	Снижение финансовой устойчивости.	3,1	3,4	10,5	Высокий

Из полученных результатов следует, что наибольшую угрозу для функционирования академии в настоящий момент представляет риск “Недостаток кадров”, имеющий критический уровень. Вслед за ним следует ряд рисков высокого уровня как-то “Не обеспечение качества приёма“, “Ухудшение демографической ситуации в регионе“, “Уменьшение контрольных цифр приема (КЦП)” и др. Таким образом, поставленные в данной работе задачи выполнены и цель достигнута. Следующим этапом будет разработка мероприятий по снижению рисков и далее алгоритма управления рисками в высших учебных заведениях.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 01.12.2011 N 680-ст. – Москва: Стандартинформ, 2012.
2. Лаврищева, Е.Е. Управление рисками образовательного учреждения / Е.Е. Лаврищева // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16, № 8. – С. 1473–1485.
3. Новикова, И.Г. Управление рисками в деятельности высших учебных заведений Российской Федерации: автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата экономических наук / Новикова Ирина Игоревна. – Москва, 2008.
4. Ноук, А.С. Количественный и качественный анализ рисков на примере ЧОУ ВО «Тольяттинская академия управления» / А.С. Ноук // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2019. – Т.5, №2.
5. Маслова, И.А. Методы оценки рисков университетов / И.А. Маслова, Р.Р. Аетдинова // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции - 2022 - № 1- С. 130–137.

УДК 519.2

## БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Старостенко А.В., магистрант 1 курса,  
Грачева И.В., канд. геогр. наук,  
Косорукова О.В., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Десярева»*

*Аннотация.* В статье рассматривается безопасная работа на технологической линии производства кровельных материалов.

*Ключевые слова:* безопасность, гидропривод, намоточный станок.

Производство кровельных материалов осуществляется непрерывным способом на специальной технологической линии, состоящей из нескольких десятков машин и механизмов. Представленных на рис. 1.

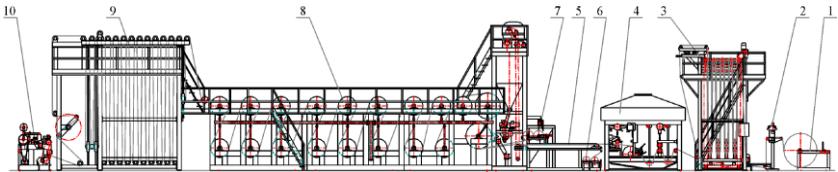


Рис. 1. Схема линии производства кровельных материалов: 1 – станок намоточный; 2 – устройство склеивающее; 3 – магазин запаса основы; 4 – ванна пропиточно-покровная; 5 – ванна охлаждения; 6 – размоточное устройство нижней пленки, 7 – размоточное устройство верхней пленки, 8 – установка сыпки и охлаждения, 9 – магазин запаса готовой продукции, 10 – станок намоточный

Одним из агрегатов данной линии является станок намоточный (рис.1. 10.), элементом которого является гидропривод представленный на рис. 2.

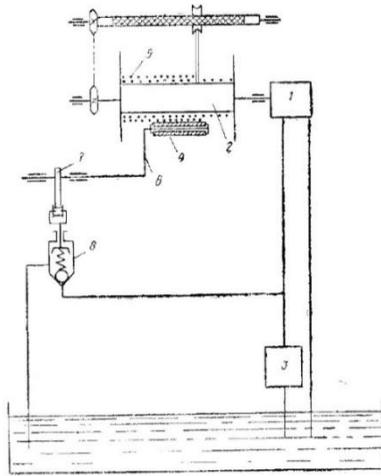


Рис. 2. Схема гидропривода намоточного станка:

1 – гидромотор; 2 – барабан; 3 – гидронасос; 4 – ролик; 5 – наружные витки; 6 – кривошип; 7 – кулачок; 8 – предохранительный клапан

При работе данного гидропривода на технологической линии производства кровельных материалов возникает вопрос безопасности. При работе гидропривода возникают такие опасные воздействующие факторы: шум, а также химический фактор, который появляется при утечке минерального масла из негерметичных узлов гидропривода.

Инструментальные измерения шума проведены при условиях окружающей среды, соответствующих условиям эксплуатации средств измерений, в контрольных точках, определенных по методике измерения фактора [1].

Фактическое значение измеряемого параметра шума равно 85 дБ при нормативном значении 80 дБ, что соответствует классу условий труда 3.1 - вредные условия труда первой степени.

Химический фактор - это разнообразные вредные вещества: пары, газы, жидкости, аэрозоли, соединения, смеси, которые при контакте с организмом человека могут вызывать химические ожоги, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживае-

мые современными методами исследования как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [2].

Отбор проб был проведён в зоне дыхания работника при характерных производственных условиях, соответствующих условиям эксплуатации средств измерений и отбора воздуха. В табл. 1 представлены фактические и нормативные значения.

Таблица 1

Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

№ п/п	Место проведения измерений/отбора проб	Наименование вредного вещества	Результат измер., мг/м <sup>3</sup>	ПДКм р, мг/м <sup>3</sup>	ПДКс с, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Время возд., %	Действие на организм (по наибольшей вредности)
25а	Помещение производственного цеха	Фенол	1,1	1	0,3	2	20	Вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека
		Среднее значение:	1.10 ± 0.00					
		Углерод оксид	8.00	20.0	-	4	20	
			8.00					
			8.00					
		Среднее значение:	8.00 ± 0.00					
		Пропан-2-он (ацетон)	Ниже нижшего предела обнаружения	800	200	4	20	
Среднее значение:								

Технические линии подобного рода имеют большую мощность и целесообразно используют гидропривода, которые часто не выдерживают регламентационных показателей безопасности по уровню шума и химических факторов. В связи с этим следующим этапом работы будет проектирование гидропривода, соответствующего нормативным показателям и требованиям безопасности производства.

### Список литературы

1. Шум как гигиеническая и социальная проблема: учебное пособие / Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова, М. О. Потапова; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск: ИГМУ, 2020. – 56 с.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы // Техэксперт [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>
3. Гидравлика: учеб. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 288 с.

УДК 331.45(075)

### **ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ОРГАНИЗАЦИИ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ**

*Артамонова Л.А.,  
АО «КЭМЗ»*

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию эффективности проведения учебных противоаварийных тренировок (ПАТ) на опасных производственных объектах (ОПО). Рассматриваются различные типы тренировок (штабные, командно-штабные, практические, комплексные) и их особенности. Рассматривается проведение ПАТ в организации при сценарии аварии, вызванной падением БПЛА на газорегуляторный пункт (ГРП).

*Ключевые слова:* промышленная безопасность, опасный производственный объект, противоаварийная тренировка.

Актуальность темы научной статьи о проведении учебных противоаварийных тренировок на организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты (ОПО), обусловлена высокой степенью риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) на таких объектах и необходимостью минимизации их последствий. Статистические данные неумолимо свидетельствуют о значительном

количестве происшествий на ОПО, приводящих к человеческим жертвам, экологическому ущербу и экономическим потерям. Без преувеличения можно сказать, что обеспечение промышленной безопасности на ОПО – это вопрос национальной безопасности. В России аварийность на ОПО находится на приемлемом уровне, ниже приведен график с данными по аварийности на предприятиях, эксплуатирующих ОПО различных классов опасности (рис.1).

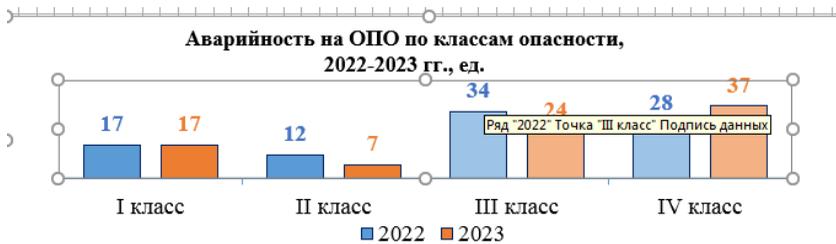


Рис. 1. Аварийность на ОПО [1]

По итогам 2023 года аварийность на объектах I класса осталась на том же уровне, что и в 2022 году. Снизилось количество аварий на объектах II и III класса. В свою очередь на объектах IV класса количество аварий увеличилось. Большая часть аварий (80%) на объектах IV класса и треть всех аварий на ОПО связана с эксплуатацией подъемных сооружений. Количество погибших в 2022 году составило 33 человека. В 2023 году произошел рост данного показателя на 36.4%, что означает увеличение до 45 человек. Наибольший рост наблюдался на электроустановках потребителей, от этого погиб 21 человек, по сравнению с 13 людьми в 2022 году, рост в данной сфере составил 61.5%. Увеличилось количество погибших на электросетях, тут рост составил 10%. В 2022 году 20 человек, в 2023 году 22. Основной рост был в электросетях и электроустановках с низким напряжением, к которым не применяются плановые проверки.

Важность проведения учебных тренировок - практический опыт. Тренировки позволяют персоналу отработать действия в условиях, максимально приближенных к реальным аварийным ситуациям. Это существенно повышает эффективность реагирования в случае возникновения ЧС. Чем лучше подготовлен персонал, тем

меньше вероятность человеческих ошибок и, следовательно, масштаб катастроф.

По Федеральному закону от 21.07.1997 N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" владельцы ОПО должны обучать работников действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте [2].

Рассмотрим, какие виды тренировок могут применяться на ОПО:

1. Штабные тренировки. Проводятся в штабе предприятия или в специально оборудованном помещении. Участники – руководители и специалисты, ответственные за принятие решений в условиях ЧС. Используются карты, схемы, моделирование ситуации с помощью компьютерных программ или на досках. Практических действий на объекте не производится. Назначение: оттачивание навыков принятия решений в условиях дефицита информации, координации действий различных служб, управления ресурсами. Позволяет отработать алгоритмы принятия решений, распределение ответственности и коммуникацию между участниками штаба. Идеально подходит для отработки стратегических аспектов ликвидации аварии.

2. Командно-штабные тренировки. Сочетают элементы штабных и практических тренировок. Участники – руководители и специалисты штаба, а также оперативные группы. Модель ситуации может включать как работу в штабе, так и практические действия на объекте в ограниченном составе. Назначение: проверка взаимодействия штаба и оперативных групп, отработка алгоритмов управления силами и средствами, обмена информацией и принятия решений в реальном времени, с учетом ограничений и неполноты данных.

3. Практические тренировки. Проводятся на самом ОПО или на специально подготовленном полигоне. Участники – оперативные группы, которые выполняют практические действия по ликвидации условной аварии. Используется реальное или имитируемое оборудование, отработка действий с техникой, применение средств индивидуальной защиты. Назначение: отработка практических навыков, проверка работоспособности оборудования и систем, оценка эффективности действий оперативных групп.

4. Комплексные тренировки. Сочетают элементы штабных, командно-штабных и практических тренировок. Охватывают все этапы ликвидации аварии, от принятия решений в штабе до практических действий на объекте. Часто задействуются внешние службы (пожарная охрана, скорая помощь, МЧС). Назначение: комплексная проверка готовности предприятия к ликвидации аварии, оценка эффективности взаимодействия всех служб и подразделений, выявление проблемных мест на всех уровнях управления и реагирования. Являются наиболее полным и эффективным методом проверки готовности к ЧС.

5. Межцеховые тренировки: Эти тренировки охватывают несколько цехов или подразделений предприятия. Они моделируют аварийные ситуации, затрагивающие несколько технологических процессов или участков ОПО.

6. Внутрицеховые тренировки: эти тренировки проводятся в рамках одного цеха или подразделения. Они моделируют аварийные ситуации, ограниченные рамками данного цеха. В таких тренировках участвует персонал конкретного цеха или участка.

7. Индивидуальные тренировки: этот тип тренировок направлен на отработку навыков отдельными работниками. Они могут включать в себя практические упражнения с использованием специального оборудования, отработку алгоритмов действий в различных аварийных ситуациях, а также теоретическое обучение.

План учебных тренировок основывается на приказе Министерства энергетики РФ от 26 января 2021 г. № 27 “Об утверждении Правил проведения противоаварийных тренировок в организациях электроэнергетики Российской Федерации” [3].

1. План проведения ПАТ. Этот документ является основой всей тренировки. Он должен содержать: цель и задачи тренировки, сроки проведения, место проведения, участников тренировки, сценарий аварии, необходимые ресурсы, оценочные критерии, порядок оценки результатов, порядок оформления документации, ответственных лиц.

2. Сценарий аварии. Это детальное описание аварийной ситуации, которая моделируется в ходе тренировки. Он должен содержать: описание аварии, развернутый временной сценарий, дан-

ные о пострадавших (при необходимости), возможные осложнения, карты, схемы и чертежи.

3. Проведение тренировки и составление акта. В процессе проведения тренировки необходимо вести протокол с фиксацией времени начала и окончания каждого этапа тренировки, действия участников тренировки, времени реагирования на различные события, выявленные проблемы и недостатки и предложения по улучшению. После завершения тренировки составляется акт, который должен содержать: дату и время проведения тренировки, место проведения тренировки, список участников тренировки, сценарий аварии, результаты тренировки, оценку эффективности тренировки, подписи участников тренировки и ответственных лиц.

4. План корректирующих действий при неудовлетворительной оценке должен содержать: список выявленных недостатков, корректирующие мероприятия, контроль выполнения, подписи ответственных лиц.

Рассмотрим ситуацию. Предположим, что на территории расположения газорегуляторного пункта (ГРП), являющегося ОПО, происходит падение беспилотного летательного аппарата (БПЛА). В результате падения БПЛА повреждается участок газопровода высокого давления, что приводит к утечке газа. Утечка газа достигает критической точки, и начинается факельное горение газа, создавая угрозу пожара и взрыва. Цель тренировки: отработка действий персонала ГРП и взаимодействие с аварийными службами по ликвидации аварии, связанной с разрывом газопровода и факельным горением газа, вызванными падением БПЛА.

Этапы тренировки:

1. Сигнализация и оповещение. Запуск сценария с имитацией падения БПЛА и последующего разрыва газопровода. Проверка срабатывания системы автоматической сигнализации и оповещения персонала ГРП и аварийных служб. Оценка времени реакции на сигнал тревоги.

2. Локализация и изоляция. Действия персонала ГРП по локализации места утечки и отключению поврежденного участка газопровода. Проверка наличия и работоспособности запорной арматуры, отработка алгоритма перекрытия газопровода.

3. Тушение пожара. Действия персонала ГРП и пожарных подразделений по тушению факельного горения газа. Оценка эффективности средств пожаротушения и действий по предотвращению распространения пожара.

4. Эвакуация. Организация эвакуации персонала ГРП и прилегающих территорий в безопасную зону. Проверка плана эвакуации и эффективности действий по эвакуации.

5. Анализ и оценка. Анализ действий персонала, эффективности работы оборудования и коммуникаций. Выявление недостатков и проблемных мест в системе обеспечения промышленной безопасности ГРП и планах ликвидации аварий.

Анализ результатов и выводы. В ходе тренировки оцениваются: время реакции на сигнал тревоги, время на локализацию и изоляцию места утечки, эффективность тушения пожара, организация эвакуации, взаимодействие между персоналом ГРП и аварийными службами. На основании анализа результатов можно сделать выводы об эффективности существующих планов ликвидации аварий, подготовленности персонала и необходимости внесения корректировок в систему обеспечения промышленной безопасности. Проведение регулярных ПАТ обеспечивает слаженность работы персонала в случаях ЧС и является очень важной составляющей в рамках имеющейся ситуации в нашей стране.

### Список литературы

1. Gosnadzor.ru[Электронный ресурс]/Итоговый доклад о результатах деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2023 год. URL:[https://www.gosnadzor.ru/public/principle/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B0\\_2023.docx?ysclid=m4gour3mgv192752652/](https://www.gosnadzor.ru/public/principle/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B0_2023.docx?ysclid=m4gour3mgv192752652/)(дата обращения: 03.12.2024).

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов[Электронный ресурс]: федеральный закон от 21.07.1997 N116-ФЗ (последняя редакция). – URL:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/)(дата обращения: 01.12.2024).

3. Об утверждении Правил проведения противоаварийных тренировок в организациях электроэнергетики РФ [Электронный ресурс]: приказ Министерства энергетики РФ от 26.01.2021 № 27. – URL:<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400385485/> (дата обращения 02.12.2024).

УДК 541.123.6

### АНАЛИЗ РЯДА ТРОЙНЫХ ВЗАИМНЫХ СИСТЕМ $\text{Na}^+$ , $\text{M}^{2+}||\text{F}^-$ , $\text{MoO}_4^{2-}$ (M – Ca, Sr, Ba)

*Гаркушин И.К., д-р хим. наук, профессор,*

*Матвеев А.А., аспирант,*

*Сухаренко М.А., канд. хим. наук, доцент,*

*ФГБОУ ВО «Самарский Государственный университет»*

*Аннотация.* В статье рассматривается анализ тройных взаимных систем ряда  $\text{Na}^+$ ,  $\text{M}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ . Системы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  исследованы ранее. Путем термодинамического расчета были определены стабильные секущие и проведено разбиение на вторичные фазовые треугольники. Проведено моделирование разбиения и исследование ликвидуса системы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ . Система  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  разбивается по диагональному типу, а системы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  разбиваются по диагональному типу со стабильными секущими  $\text{Na}_4\text{F}_2\text{MoO}_4$ – $\text{SrMoO}_4$  и  $\text{Na}_4\text{F}_2\text{MoO}_4$ – $\text{BaMoO}_4$ . Ликвидусы систем отличаются различным расположением точек невариантных равновесий.

*Ключевые слова:* тройная взаимная система, фазовый комплекс, реакция обмена.

Один из возможных способов получения излучения в новых спектральных диапазонах – преобразование излучения имеющихся лазеров при использовании эффекта вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР), в связи с чем возникает необходимость поис-

ка и исследования новых эффективных нелинейных материалов для ВКР, применяемых в лазерных дальномерах, приборах для лазерного зондирования, локации, адаптивной оптике и др. исследования показали, что кристаллы молибдатов обладают этими свойствами являются одним из наиболее перспективных классов ВКР-активных сред. В качестве растворителей тугоплавких металлов можно использовать фториды и щелочных щёлочноземельных элементов. В работе рассматривается анализ фазовых комплексов ряда тройных взаимных систем  $\text{Na}^+$ ,  $\text{M}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ . Системы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  исследованы ранее [1], а система  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  изучена авторами. Для предварительного разбиения на симплексы проведен термодинамический расчет энтальпия и энергий Гиббса реакций обмена в смесях, отвечающих точкам эквивалентности  $\text{K}$ ,  $\text{K}_1$ ,  $\text{K}_2$ .

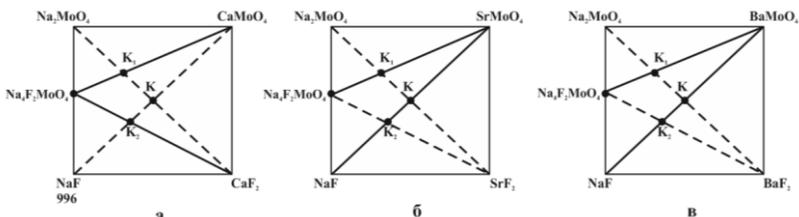
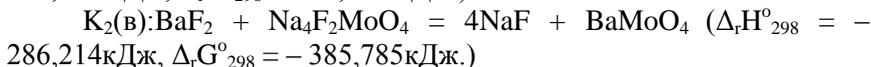
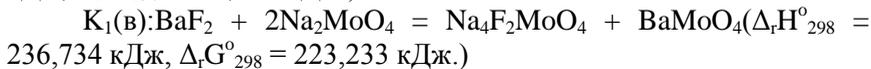
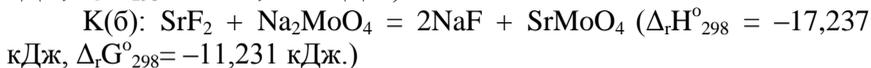
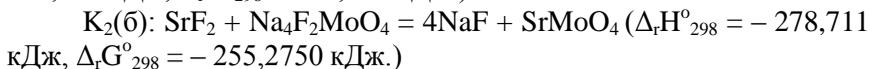
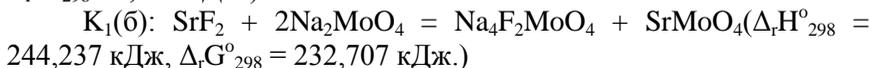
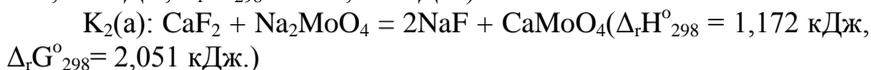
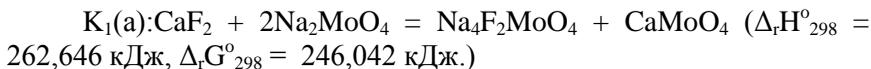


Рис. 1. Разбиение тройных взаимных систем



$K(V): BaF_2 + Na_2MoO_4 = 2NaF + BaMoO_4 (\Delta_r H^0_{298} = -24,74 \text{ кДж}, \Delta_r G^0_{298} = -20,758 \text{ кДж})$

Система  $Na^+, Ca^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  является обратимо – взаимной и разбивается по диагональному типу, а системы  $Na^+, Sr^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  и  $Na^+, Ba^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  являются необратимо – взаимными со стабильными диагоналями  $NaF - SrMoO_4$  и  $NaF - BaMoO_4$ , а также стабильными секущими  $Na_4F_2MoO_4 - SrMoO_4$  и  $Na_4F_2MoO_4 - BaMoO_4$ . На рис.2 приведены фазовые комплексы ряда тройных взаимных систем.

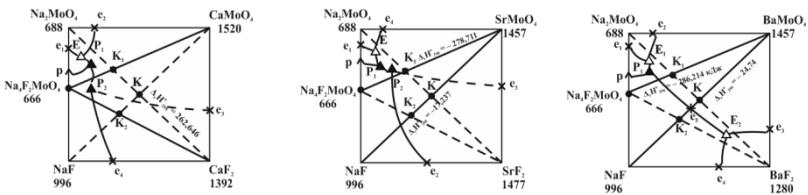


Рис. 2. Ликвидусы в тройных взаимных системах

В системе  $Na^+, Ca^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  две неинвариантные точки (эвтектика и перитектика) расположены в фазовом треугольнике  $Na_4F_2MoO_4 - CaMoO_4 - Na_2MoO_4$ . Одна перитектика расположена в фазовом треугольнике  $Na_4F_2MoO_4 - CaMoO_4 - CaF_2$ . В системе  $Na^+, Sr^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  все три неинвариантные точки (две перитектики и эвтектика) расположены в фазовом треугольнике  $Na_4F_2MoO_4 - SrMoO_4 - Na_2MoO_4$ . В системе  $Na^+, Ba^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  эвтектика и перитектика расположены в фазовом треугольнике  $Na_4F_2MoO_4 - BaMoO_4 - Na_2MoO_4$ , а одна эвтектика принадлежит треугольнику  $NaF - BaMoO_4 - BaF_2$ . Системы  $Na^+, Ca^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  и  $Na^+, Sr^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  характеризуются примерно равновеликими полями кристаллизации  $CaF_2$  и  $CaMoO_4$ ,  $SrF_2$  и  $SrMoO_4$ . В системе  $Na^+, Ba^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$  Отмечено образование перевальной точки на диагонали  $NaF - BaMoO_4$  и примерно равновеликие поля кристаллизации  $NaF$  и  $BaMoO_4$ . Минимальную температуру плавления имеет тройная эвтектика в системе  $Na^+, Ca^{2+}||F^-, MoO_4^{2-}$ . В низкоплавких тройных эвтектиках четырехфазные равновесия описываются реакцией  $Ж \rightleftharpoons \alpha + MMoO_4 + Na_4F_2MoO_4$ , где  $\alpha$  – ограниченный твердый раствор на основе  $\delta - Na_2MoO_4$ . В перитектиках  $P_1$  фазовые реакции запишем в виде  $Ж +$

$M\text{MoO}_4 \rightleftharpoons \text{NaF} + \text{Na}_4\text{F}_2\text{MoO}_4$ . В перитектиках  $P_2$  систем  $\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+}||\text{F}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$  и  $\text{Na}^+, \text{Sr}^{2+}||\text{F}^-, \text{MoO}_4^{2-}$  фазовые равновесия описываются реакциями  $\text{Ж} + \text{MF}_2 \rightleftharpoons \text{NaF} + \text{M}\text{MoO}_4$ . В тройной эвтектике  $E_2$  системы  $\text{Na}^+, \text{Ba}^{2+}||\text{F}^-, \text{MoO}_4^{2-}$  равновесие фаз опишется уравнением  $\text{Ж} \rightleftharpoons \text{NaF} + \text{Ba}\text{MoO}_4 + \text{BaF}_2$ . Тройные эвтектические смеси могут быть использованы в качестве основы электролитов для электролитического получения молибдена из расплавов. Также, учитывая значительные поля кристаллизации  $\text{M}\text{MoO}_4$ , можно выращивать монокристаллы молибдатов из расплавов для применения в качестве лазерных кристаллов.

Данные системы используются в производстве химических источников тока, которые должны обеспечивать устойчивую безопасную работу сигнальных, противопожарных и аварийных устройств в условиях чрезвычайных ситуаций.

### Список литературы

1. Трунин, А.С. Комплексная методология исследования многокомпонентных систем. / А.С. Трунин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 1997. – 308 с.

УДК 544.546

## ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ КОНВЕРСИЯ КАК БЕЗОПАСНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА

*Занин А.А., канд. хим. наук, доцент,  
Караваев С.Е., Ксенофонтов Н.А.,*

*Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева, кафедра ЮНЕСКО «Зелёная химия для  
устойчивого развития»*

*Аннотация.* Красный фосфор является востребованным сырьём для различных отраслей промышленности, однако существующие методы его получения обладают рядом недостатков с точки зрения безопасности реализуемых процессов. В работе представлены ре-

зультаты исследования процесса синтеза фосфорсодержащих полимеров, в частности, красного фосфора, с использованием ускоренных электронов как нового более безопасного метода.

*Ключевые слова:* фосфор, красный фосфор, фосфорсодержащие полимеры, химия высоких энергий, ускоренные электроны.

Красный фосфор, представляющий собой полимерную аллотропную модификацию фосфора, имеет значительное промышленное применение в таких отраслях, как производство фосфорных удобрений, антипиренов, пиротехники, фосфорорганических соединений (для текстильных и химических производств), фосфорилирующих агентов, противозадирных смазочных материалов, спичек, ламп накаливания [3–6, 10].

В данный момент наиболее широко используется высокотемпературный метод получения красного фосфора из белого фосфора. В случае присутствия паров воды в ходе полимеризации могут образовываться фосфин, являющийся веществом 1 класса опасности, и фосфорные кислоты, некоторые из которых относятся к веществам 2 класса опасности. Красный фосфор, полученный данным методом, обладает сравнительно невысокой стабильностью к различным внешним воздействиям. Сам процесс характеризуется длительностью, экономическими затратами, потерями тепла, громоздкостью аппаратного оформления, вредностью условий труда, пожароопасностью [2].

Таким образом, высокотемпературный синтез красного фосфора сложно отнести к безопасным по отношению к здоровью человека и окружающей среде производствам, что в совокупности с его высокой востребованностью делает актуальным поиск новых более безопасных методов синтеза полимерных форм фосфора.

Ранее уже были исследованы радиационно-химические процессы полимеризации элементного (белого) фосфора, в которых активация исходного мономера осуществлялась с помощью  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения. В целом воздействие  $\gamma$ -излучения приводило к более высоким значениям конверсии белого фосфора в фосфорсодержащие полимеры, чем в случае воздействия  $\beta$ -излучения. Так, конверсия достигала 87 %, в зависимости от состава реакционной среды [7, 9, 13].

В качестве преимуществ радиационной полимеризации фос-

фора можно назвать возможность её осуществления при низких давлении и температуре, а также достижение высокой степени чистоты синтезируемых полимеров в отсутствие химических активаторов процесса. Однако существенным недостатком данных процессов является использование в данных методах радионуклидов, являющихся источниками  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения. В случае несоблюдения регламентов работы с радиоактивными материалами они могут стать источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды и угрозы здоровью и жизни людей.

В связи с этим актуальным представляется разработка иных способов синтеза фосфорсодержащих полимеров, например, под воздействием ускоренных электронов [8, 11]. Таким образом, целью данной работы является исследование процессов полимеризации элементного (белого) фосфора при облучении ускоренными электронами как альтернативного метода получения фосфорсодержащих полимеров, в том числе красного фосфора.

В качестве исследуемых объектов были использованы образцы очищенного элементного фосфора. В стеклянные пробирки, наполненные дистиллированной водой, помещали образцы белого фосфора, после чего подвергали облучению ускоренными электронами. Источником ускоренных электронов являлась установка LINS 02-500, максимальная энергия пучка на которой составляет 3 МэВ (Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина РАН). В результате были получены образцы со значениями поглощённой дозы 250–1000 кГр.

Полученные в результате облучения образцы имели цвет от тёмно-оранжевого до красно-коричневого, что характерно для фосфорсодержащих полимеров, причём насыщенность цвета увеличивалась с повышением поглощённой дозы.

Для очистки образцов от непрореагировавшего элементного (белого) фосфора после облучения проводилась многократная экстракция бензолом в аппарате Сокслета. Принцип работы экстрактора заключается в следующем: растворитель, помещённый в круглодонную колбу, нагревается до кипения; образовавшиеся пары растворителя поднимаются по направляющей трубке к обратному холодильнику; в холодильнике пары конденсируются, конденсат стекает в основную камеру; по достижении заданного уровня растворитель через сифон воз-

вращается в колбу, после чего процесс повторяется.

Для очищенных облучённых образцов была определена конверсия элементного фосфора в полимерную форму. Зависимость конверсии от поглощённой дозы, график которой представлен на рис. 1, носит линейный характер.

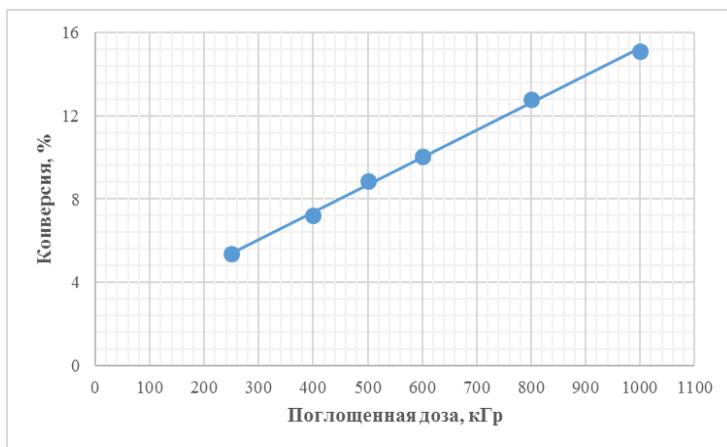


Рис. 1. График зависимости конверсии от поглощенной дозы в диапазоне 250–1000 кГр.

Авторы выражают благодарность руководителю лаборатории электронно-лучевой конверсии энергоносителей Института физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина РАН д. х. н. А. В. Пономарёву за помощь в облучении образцов.

Работа выполнена в рамках гранта РФФ 23-23-00543 «Фундаментальные основы синтеза высокомолекулярных фосфор- и серосодержащих соединений с заданными эксплуатационными свойствами».

### Список литературы

1. Влияние полярности среды на процесс ионной радиационно-иницированной полимеризации элементного (белого) фосфора / Тарасова Н. П. [и др.]. // Химическая технология. – 2006. – № 410. – С. 640–642.
2. Возможность обезвреживания экотоксикантов первого

класса опасности белого и красного фосфора / Миндубаев А. З. [и др.] // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019. – Т. 4. № 4. – С. 410–421.

3. Гайдар, Г. П. Влияние термической обработки на термоэлектрическую добротность кремния, легированного методом ядерной трансмутации / Г.П. Гайдар // Электронная обработка материалов. – 2020. – № 56. – С. 61–66.

4. Костюченко, М. А. Исследование влияния азотфосфорсодержащего антипирена на термоокислительную деструкцию и горение армированного стекловолокном полиамида-6 / М.А. Костюченко, М.М. Ревяко // Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 60–63.

5. Люминесцентные свойства пористого кремния, сформированного на n+ и p+-монокристаллах, легированных ионной имплантацией бора или фосфора / Демидов Е. С. [и др.] // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2007. – № 6. – С. 22–27.

6. Новый антипирен для поливинилхлоридных пластизолов / Плотникова Г. В. [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – № 6. – С. 100–106.

7. Полимеризация белого фосфора в условиях внутреннего облучения ( $\beta^{-3}\text{H}$ ) / Тарасова Н. П. [и др.] // Доклады Академии наук. – 2008. – Т. 423. № 6. – С. 767–770.

8. Полимеризация элементного фосфора под действием пучка ускоренных электронов / Тарасова Н. П. [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – № 3. – С. 39–42.

9. Тарасова, Н. П. Радиационно-химическая трансформация элементного фосфора в присутствии ионных жидкостей / Н.П. Тарасова, Ю.В. Сметанников, А.А. Занин // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 449. № 4. – С. 1–4.

10. Шечков, Г. Т. Перспективы технологии красного фосфора с заданными свойствами / Г.Т. Шечков // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 206–213.

11. New approaches to the synthesis of modified red phosphorus under the high-energy radiation / Tarasova N. [et al.] // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements. 2022. V. 197. № 5–6. P. 608—609.

12. Role of reaction media in “green” radiation-induced polymerization of white phosphorus / Tarasova N. [et al.] // Pure and Applied Chemistry. 2009. V. 81. № 11. P. 2115–2122.

13. Tarasova N. P., Zanin A. A. Synthesis of inorganic polymers under ionizing and super high frequency irradiation: role of reaction media // Pure and Applied Chemistry. 2019. V. 91. № 4. P. 671–686.

УДК 504.052: 621.67: 62-82

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПЕРЕКАЧИВАНИИ ЖИДКОСТЕЙ**

*Овчинников Н.А., канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация:* Рассмотрено влияние энергопотребления на перспективы устойчивого развития человечества в ближайшие десятилетия. Отмечена роль энергосбережения, как важнейшего фактора поддержания сохранения энтропии планеты на приемлемом уровне. Рассмотрена роль энергосбережения в области транспорта жидкостей. Отмечена актуальность приобретения в процессе обучения в вузе компетенций в области энергосбережения.

*Ключевые слова:* энтропия, энергосбережение, насосное оборудование, стоимость владения, энергетический аудит.

Бурный рост народонаселения Земли и сопутствующий ему рост объемов промышленного производства приводит человечество к ситуации так называемого «энтропийного капкана». Энтропия – это «тень» энергии, характеризующая степень нарушения планетарного энергетического баланса между количеством низкопотенциальной тепловой энергии, являющейся конечным продуктом цепочки преобразования всех иных видов энергии и количеством энергии, отводимой с поверхности Земли в окружающее космическое пространство посредством излучения. Результатом такого дисба-

ланса является тепловое загрязнение планеты и, как следствие, глобальные климатические изменения, несущие угрозы самому существованию человечества. Главным видом используемой энергии в настоящее время является химическая энергия различных видов минеральных топлив, запасы которых ограничены. Согласно выводам XV Конгресса Мирового экономического совета в ближайшие 30 лет не просматривается появление ни одного нового источника энергии. Возобновляемые энергетические ресурсы составляют ничтожную долю в энергетическом балансе человечества по отношению к невозобновляемым и не могут рассматриваться в качестве их альтернативы на горизонте ближайших нескольких десятков лет. Динамическое равновесие развития человеческой цивилизации на основе возобновляемых источников энергии – фантастика. Препятствие тому – постоянный рост народонаселения и рост энергетических потребностей человечества. «Энтропийный капкан» – ситуация неконтролируемого роста энтропии в результате человеческой деятельности, т.е. движения в направлении к хаосу. Задача человечества для обеспечения своего устойчивого развития – стабилизация уровня глобальной энтропии планеты или, по крайней мере, минимизация её роста в результате своей деятельности. Приблизиться к состоянию динамического равновесия между промышленным производством и экосистемой можно было бы за счёт сознательного снижения человечеством уровня энергопотребления (что весьма маловероятно), либо за счёт энергосбережения.

Как следует из [1], [2], экономика Российской Федерации имеет весьма энергозатратный характер. По уровню удельной энергоёмкости единицы стоимости валового внутреннего продукта (ВВП) Россия находится на одном из первых мест в мире. На то есть объективные причины. Они обусловлены структурой экономики, транспортной логистикой и суровыми климатическими условиями в большей части территории страны. Однако при сравнении с аналогичным показателем других стран со схожим климатом (Канада) или структурой экономики (Казахстан) возникает предположение о том, что ещё один из факторов такой высокой энергоёмко-

сти – неэффективное использование энергетических ресурсов, т.е. высокий уровень их потерь при производстве, транспортировке и потреблении. Правительство РФ строит планы экономического роста, в том числе за счёт снижения доли сырьевого экспорта в пользу развития обрабатывающих высокотехнологичных отраслей промышленности. Создание новых производств означает увеличение потребления энергии. Для обеспечения энергией собственной экономики необходимо либо сокращать экспорт энергоносителей, либо существенно увеличить их добычу. Учитывая конечность пригодных к промышленному использованию топливно-энергетических ресурсов и низкую энергетическую эффективность российской экономики, важнейшим резервом энергии для целей экономического роста становится энергосбережение. Энергосбережение в данном контексте следует рассматривать, как дополнительный энергетический ресурс, причём, освоение которого требует существенно меньших затрат, чем разведка и разработка новых месторождений ископаемых энергоресурсов. Количество этого ресурса характеризуется понятием потенциала энергосбережения. Потенциал энергосбережения – это резервы энергии, которые могут быть освоены в экономически приемлемые сроки. По данным доклада «Россия в энергетической сфере» общий потенциал энергосбережения в РФ оценивается экспертами на уровне 40-45% от существующего годового потребления энергии.

Большую роль в повышении энергоэффективности экономики могут сыграть процессы перекачивания жидкости. Насосное оборудование – самый распространённый по числу единиц вид технологического оборудования в мире. Перекачивание жидкостей – неотъемлемая часть технологических процессов практически во всех отраслях производства: нефтегазовой, горнодобывающей, химической, пищевой, металлургической отраслях, а также в сельском хозяйстве. Насосное оборудование потребляет 20% всей производимой в мире электрической энергии. Затраты на потребляемую электроэнергию в стоимости затрат жизненного цикла насосного оборудования (стоимости владения) составляют 70-75% (рис. 1).

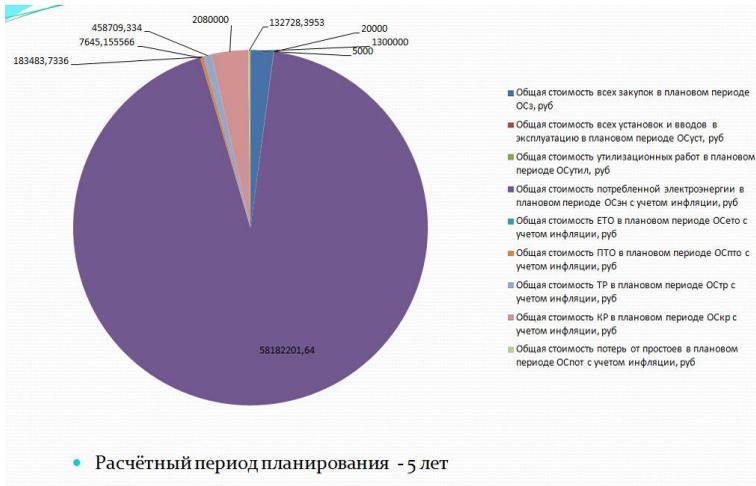


Рис 1. Пример структуры общей стоимости владения насосом ЦНСК 300-480

И далеко не всегда эта энергия потребляется эффективно, строго по назначению. По оценкам экспертов потенциал энергосбережения в области насосного оборудования в среднем находится на уровне 20-25%, в отдельных случаях доходя до 50%. В абсолютных цифрах, например, насосный агрегат мощностью 1 МВт, перекачивающий воду, при годовой наработке 5500 часов потребляет 5500000 кВт·час электроэнергии. При стоимости 1 кВт·часа на уровне 4 рубля стоимость потребляемой электроэнергии за год составит 22 миллиона рублей. В этом случае снижение потребления хотя бы на 2-5% за счёт правильного подбора насоса для работы в оптимальном режиме на данную сеть, либо применения насоса с более высоким значением номинального КПД даёт годовую экономию 110-275 тыс. кВт·час электроэнергии или в денежном выражении от 440 до 1100 тысяч рублей. Сэкономленная электроэнергия – это не только сэкономленные деньги собственника компании, на балансе которой стоит насосное оборудование, но и вклад в снижение глобальной энтропии окружающей среды.

Для мотивации хозяйствующих субъектов к повышению энергоэффективности собственных производств Правительство РФ учредило перечень объектов и технологий высокой энергетической

эффективности [3], среди которых существенную долю занимает и насосное оборудование, при приобретении которых предприятия получают ряд налоговых льгот.

Для выявления и реализации потенциала энергосбережения в области эксплуатации насосного оборудования в последние годы проводятся специальные мероприятия, так называемые энергетические аудиты (обследования) насосных установок. К их выполнению привлекаются специалисты, обладающие компетенциями и необходимыми инструментальными средствами для реализации подобных мероприятий. Как правило, такие специалисты и организации должны иметь соответствующие сертификаты, подтверждающие право на проведение подобного рода работ. Нормативной базой для проведения энергетического аудита в области эксплуатации насосного оборудования служит ГОСТ 33969-2016 «Энергетическая эффективность. Оценка энергоэффективности насосных систем». По результатам проведённого аудита составляется отчёт, в котором исполнитель обязан не только указать размеры и источники выявленного потенциала энергосбережения, но дать заказчику предложения по его реализации с указанием примерных размеров инвестиций и предполагаемых сроков окупаемости, причём по возможности в нескольких возможных вариантах реализации.

Учитывая актуальность решения задач энергосбережения при перекачивании жидкостей, студенты учебных заведений, в которых реализуются образовательные программы с направлениями технологического, гидравлического профиля в процессе обучения должны формировать необходимые компетенции в данной сфере. В связи с этим на кафедре «Гидропневмоавтоматика и гидропривод» ФГБОУ КГТА им. В.А. Дегтярёва уже на протяжении ряда лет реализуется специальный курс «Основы энергосбережения в гидравлической технике».

### **Список литературы**

1. О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации: Государственный доклад / Министерство экономического развития Российской Федерации. - Москва, 2019. – 85 с.

2. Башмаков, И.А. Энергоёмкость ВВП России в 2015-2020 годах / И.А. Башмаков// Энергосбережение. – 2022. –№2. – С. 36–41.

3. Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности: Постановление Правительства РФ от 17.06. 2015 №600 (ред. от 25.08. 2017) / Правительство Российской Федерации. – Москва, 2017.

УДК 338

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РИСКА ПРОЕКТА**

*Чернова О.В., канд. экон. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* В статье анализируются основные методы анализа и оценки рисков проекта с позиции экономической концепции управления рисками, указываются их преимущества и недостатки, даются рекомендации по обоснованному принятию управленческого решения относительно продолжения или остановки проекта.

*Ключевые слова:* риск, проект, управление рисками, управленческое решение.

В условиях роста числа рисков и тяжести последствий их возникновения все более актуально звучит вопрос управления рисками и предотвращения возможных потерь. Доказательством роста уровня риска служат данные Федеральной службы статистики, демонстрирующие рост числа чрезвычайных ситуаций и количества пострадавших людей, см.рис.1, 2.

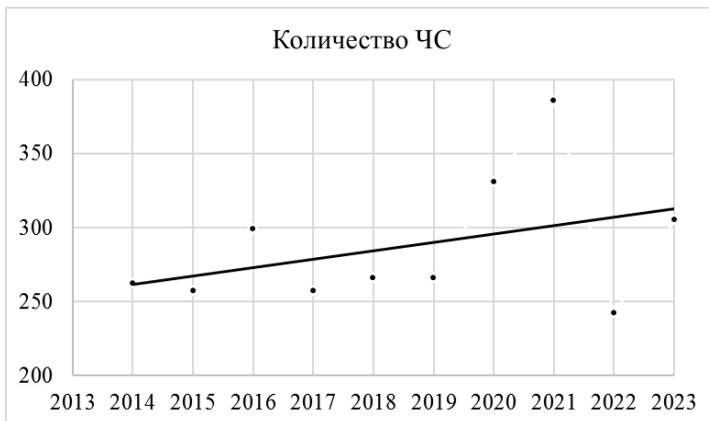


Рис. 1. Количество чрезвычайных ситуаций



Рис.2. Число пострадавших, чел.

К анализу рисков можно подходить с разных точек зрения, что обуславливает существование различных концепций управления рисками:

- технократическая концепция предполагает изучения риска возникновения аварий и катастроф в технических системах, базируется на изучении надежности технических объектов и оценке вероятностей возникновения различных сбоев в их функционировании;

- экономическая концепция, акцентирующая внимание на анализе и оценке экономических потерь при реализации рисков, в

рамках концепции анализируются выгоды и потери от возникновения рисков ситуаций, упор делается на поведение затрат, прогноз возможных убытков как прямых, так и косвенных, а также на поиск оптимального решения с позиции «риск-доходы»;

– психологическая концепция анализа риска затрагивает вопросы поведения отдельного индивида в условиях риска, выясняет причины подобного поведения, анализирует причины отклонений (фобии и чрезмерную увлеченность риском «поиск приключений»);

– социальная (культурологическая) концепция рассматривает отношение отдельных групп людей или общества в целом к пониманию потерь от риска, изучает влияние общественных устоев и традиций на принятие/не принятие риска и изменение этих взглядов под влиянием происходящих изменений во внешней среде.

Рассмотрим анализ проектных рисков компаний, используя экономическую концепцию риска. Статистические данные демонстрируют нам устойчивый рост общей суммы убытка работающих компаний, что свидетельствует о росте экономических потерь от рисков, см. рис.3. Полностью избавиться от экономических потерь, связанных с реализацией рисков невозможно, как невозможно полностью эти риски ликвидировать, но задача минимизации экономических потерь как никогда актуальна.



Рис. 3. Общий убыток организаций, млн. руб

Реализация проектной деятельности, как правило, сопровождается более высокими рисками, чем текущая деятельность предприятия, что объясняется более сложным механизмом финансирования проектов, неотработанными бизнес-процессами внутри проекта, составом участников проекта, его новизной, инновационным характером и другими факторами. Это требует пристального внимания к управлению проектными рисками, в том числе к их предвидению, оценке и анализу.

Теория и практика управления рисками выработали широкий инструментарий анализа рисков. Это и методы экспертных оценок, и статистические методы. Применение экспертных методов в оценке рисков целесообразно при невозможности использования других инструментов. Среди недостатков экспертных оценок отметим субъективизм получаемых результатов и требование по анализу уровня согласованности мнений экспертов при выработке общей, коллективной экспертной оценки. Проверка согласованности мнений экспертов может выявить их разнородность и даже противоположность мнений, что не позволяет говорить о качественном, достоверном общем экспертном суждении. В этом случае необходимо либо проведение повторной оценки, либо внесение корректировок в имеющиеся результаты.

Большое распространение на практике получили количественные методы оценки риска проекта. Среди них выделим метод имитационного моделирования Монте-Карло, анализ чувствительности проекта, теорию игр, статистический метод, построение диаграммы «торнадо» и дерева решений и др. Эти методы позволяют не только оценить риск проекта в целом, в сжатом виде визуализировать информацию о рисках, но и помогают принять обоснованное управленческое решение с учетом рисков.

С развитием информационных технологий все большую популярность в оценке общего уровня риска проекта приобретает метод Монте-Карло, благодаря которому, инвестор может оценить вероятность безубыточности проекта или вероятность получения доходов по проекту не ниже требуемого уровня. Однако, как отмечают исследователи, к недостаткам метода следует отнести сложность определения и выбора функций распределения вероятностей для случайных величин – факторов риска. Кроме того, это зависи-

мость может быть нестационарной, что также следует учитывать при использовании метода [1].

Анализ чувствительности проекта – еще один распространенный метод оценки риска, позволяет определить степень влияния отдельных факторов риска на результат проекта, что дает возможность проранжировать риски по степени их значимости. Однако, данный метод предполагает проведение оценки отдельно для каждого фактора риска, исключая их совместное проявление, что ограничивает получение полноценных выводов по рискам. Вместе с тем, отметим, что данный метод официально рекомендован к использованию при оценке уровня рисков инвестиционных проектов [2].

В настоящее время также проводится двухсторонний анализ чувствительности проекта, в рамках которого анализируется влияние на изменение результата проекта сразу двух переменных (двух факторов риска). При этом предполагается, что связь между двумя переменными линейная, что не всегда справедливо.

Одним из вариантов реализации метода анализ чувствительности проекта является построение диаграммы торнадо, которая визуализирует результаты оценки в формате столбчатой диаграммы. К достоинствам метода отнесем краткость, четкость, простоту интерпретации результатов.

Методы дерево решений и теории игр в большей степени следует относить не к оценке риска проекта как таковому, а к методам принятия управленческих решений в условиях риска.

Под теорией игр понимают теорию моделирования принятия экономических решений в условиях неопределённости, в том числе в условиях конфликтных ситуаций или в условиях несовпадения интересов. [3] Таким образом моделирование различных ситуаций позволяет предвидеть возможные сценарии развития событий и потенциальные исходы, что в конечном итоге позволяет выбрать решение, обеспечивающее наибольшую эффективность в условиях риска.

Еще одним полезным инструментом принятия решений в условиях риска является дерево решений – схема, которая отображает возможные действия по проекту и возможные его исходы в условиях неопределенности внешней среды. На схеме можно последовательно фиксировать действия по проекту, поэтапно вводя дополнительную информацию о новых рисках. В итоге может быть получе-

на схема, на которой в виде ветвей дерева отражаются все возможные варианты реализации проекта при наступлении тех или иных рисков. Среди недостатков метода отметим затруднения в построении древовидной схемы, которые могут возникнуть при учете большого числа факторов риска и при большом числе альтернативных решений. Схема получается очень громоздкой, объемной, что усложняет ее анализ.

Классическим методом оценки риска проекта является статистический метод, базирующийся на показателях математической статистики, таких как: среднее квадратическое отклонение, дисперсия, математическое ожидание, коэффициент вариации и другие. Статистический метод соответствует пониманию риска как степени волатильности получаемого результата. На основе статистических показателей определяется уровень изменчивости или колеблемости результатов проекта, что позволяет судить об уровне его неустойчивости, т.е. об уровне риска.

Рассматривая возможности применения различных методов оценки риска проекта следует определиться в отношении каких именно результатов проекта их стоит использовать. В соответствии с треугольником управления проектами основными параметрами проекта выступают сроки, стоимость и результаты (качество результатов). Таким образом анализ чувствительности, статистический метод и пр. целесообразно применять именно в отношении данных параметров.

Однако не все риски проекта могут быть идентифицированы на этапе его разработки. Высокая неопределенность внешней среды увеличивает сложность в выявлении и оценке рисков, снижает эффективность управления рисками. А именно обеспечение максимальной эффективности управления рисками и выступает главной целью риск-менеджмента.[4]

Тем не менее существуют непредсказуемые риски, которые трудно предвидеть или трудно оценить, что вызывает необходимость их оперативной оценки при получении дополнительной информации в ходе реализации проекта или в момент реализации этих рисков для принятия соответствующих управленческих решений относительно дальнейших действий по проекту. Если возникшие риски не оказывают существенного влияния на сроки, стоимость,

результаты проекта, и повторное появление этих рисков маловероятно, в этом случае может быть принято решение о покрытии рисков за счет текущих доходов проекта и его продолжении в соответствии с разработанным и утверждённым ранее планом.

Если возникшие риски влекут за собой существенное изменение основных параметров проекта, то дальнейшая его реализация требует корректировки плановых показателей в части затрат, оставшихся работ, возможно требуется привлечение дополнительного финансирования.

Наконец, если реализованные риски не только нанесли значительный урон проекту, но, также существует высокая вероятность, что эти риски могут повториться, может быть принято решение о заморозке или полном прекращении проекта.

Представленные рекомендации вполне понятны и логичны, но возникает вопрос относительно критерия существенности последствий рисков. Что стоит понимать под понятием «существенные, значительные потери»? В поиске ответа на этот вопрос можно обратиться к зонам риска, в соответствии с которыми уровень риска делится на:

- допустимый риск (максимальное значение риска соответствует полной потере прибыли по проекту),
- критический риск, в соответствии с которым потери по проекту сопоставимы со всей выручкой проекта,
- катастрофический риск, если максимальные потери проекта равны стоимости всего имущества по проекту.

Таким образом для проектов, по которым планируется получение доходов для оценки целесообразности продолжения реализации проекта или его остановки можно использовать указанную выше градацию.

В целом для принятия решения о продолжении или остановке проекта следует руководствоваться принципом эффективности, в соответствии с которым необходимо принимать такое управленческое решение, которое обеспечивает либо максимизацию доходов или минимизацию затрат/потерь по проекту (см. рис.4).



Рис.4. Оценка целесообразности остановки/дальнейшей реализации проекта

Рекомендуется регулярно проводить подобную оценку с учетом уже реализовавшихся рисков, а также с учетом дополнительной, уточненной информации о будущих рисках проекта.

Таким образом совместное использование указанного инструментария позволит проводить оценку и анализ рисков проекта на протяжении всего его срока жизни, своевременно выявлять критическую ситуацию по проекту, что позволит принимать обоснованные управленческие решения и минимизировать экономические потери компании.

### Список литературы

1. Управление проектами: фундаментальный курс: учебник/ В. М. Аньшин, А. В. Алешин, К. А. Багратиони [и др.]; под ред. В. М. Аньшина, О. Н. Ильиной. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2022. – 800 с.

2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477

3. Алехин, В. В. Теория игр в экономике: лекции и примеры: учебное пособие/ В. В. Алехин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. – 153 с.

4. Фомичев, А. Н. Управление проектами: учебник / А. Н. Фомичев. – Москва: Дашков и К°, 2023. – 258 с.

УДК 62-1-9

## **ПОЖАРНЫЙ ТОПОР ПОЯСНОЙ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

*Воинков В.П., канд. техн. наук, доцент,  
Манило И.И., д-р техн наук, профессор,  
«Курганская государственная сельскохозяйственная академия  
им. Т.С. Мальцева» – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»*

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность модернизации пожарного топора поясного с целью расширения его функциональных возможностей. Предлагается объединить в одной новой конструкции элементы ранее известных инструментов, применяемых для пожарных и аварийно-спасательных работ. Для этого использованы три известных инструмента: топор пожарный поясной «Воевода», лом «Хулиган» и инструмент ручной аварийно-спасательный.

*Ключевые слова:* модернизация, расширение функциональных возможностей, пожарный топор поясной, лом «Хулиган», инструмент ручной аварийно-спасательный.

В процессе работы пожарные и спасатели часто сталкиваются с необходимостью применения специального ручного инструмента [1, 2], в частности, топора поясного. Он предназначен для вскрытия конструкций, перерубания деревянных и металлических элементов, проводов (кабелей). Для защиты от удара током рукоятка инструмента прорезинена. Широко распространенным является современный топор пожарный поясной «Воевода», представленный на рис. 1. Топор имеет классическую форму. По данной схеме изготавливается большинство подобных изделий, независимо от страны-производителя.



Рис. 1. Топор пожарный поясной «Воевода»

Основной (режущий и рубящий) элемент данного топора – лезвие – дополнено выступом-крюком (для работы с рукавной арматурой); шип-кирка топора применяется для вскрытия конструкций: элементов кровли, дверей; открывания люков пожарных гидрантов; зацепления за кровлю (путём пробивания отверстия) при передвижении по скользкой наклонной поверхности крыши здания.

Также пожарными-спасателями применяется специальный ручной многофункциональный лом «Хулиган», представленный на рис. 2, который служит для реализации разного рода функций, в частности, для вскрытия и взлома конструкций, удаления различных препятствий, для работы посредством рычага или ударного инструмента при работе спасателей во время вскрытия дверей и тушения пожара. К сожалению, данный инструмент производится западными фирмами и не всегда имеется на вооружении отечественных пожарных. Производство мелких партий отечественных «Хулигов» не покрывает потребности пожарных и МЧС.



Рис. 2. Лом «Хулиган»

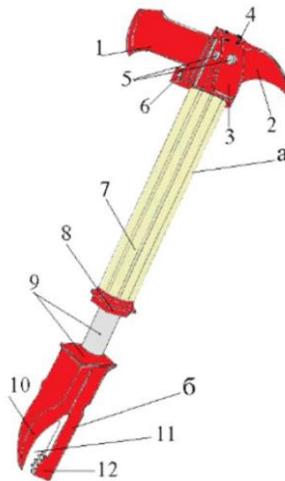


Рис. 3. Инструмент ручной аварийно-спасательный (ИРАС):  
*a* – многоцелевая головка; *б* – вскрыватель; 1 – рубящая часть;  
 2 – трехгранное острие – кайло; 3 – изогнутый шип; 4 – рефление;  
 5 – отверстия; 6 – фиксатор; 7 – опорная труба с рукояткой; 8 – основание  
 опорной трубы; 9 – буртик ножа вскрывателя со штангой; 10 – нож вскрыва-  
 теля; 11 – продольный паз с режущей кромкой; 12 – зубчатый край

Пожарными-спасателями также применяется отечественный инструмент ручной аварийно-спасательный (ИРАС), представленный на рис. 3. Данный универсальный инструмент предназначен для выполнения аварийно-спасательных операций, во время которых необходимо проводить разборку или демонтаж элементов конструкций автотранспорта, поврежденного при дорожно-транспортных происшествиях. Применение ИРАС дает возможность спасателю оперативно получить доступ к пострадавшим, ускорить их освобождение

Однако данный инструмент довольно редко встречается в арсенале пожарных, так как предназначен, преимущественно, для спасателей, а также из-за значительной массы и неудобства ношения на поясе.

Априори наличие у пожарных и спасательных подразделений всех трех инструментов (топора, лома и ИРАС) значительно повышает эффективность работы, прежде всего, оперативность. Однако наличие трех отдельных инструментов у одного пожарного создает

очевидные неудобства. В этой связи целесообразным представляется объединение основных элементов, описанных выше инструментов, в одной конструкции, без потери их основных функциональных возможностей.

На рис. 4 представлен общий вид предлагаемого модернизированного топора пожарного поясного многофункционального. За основу взят топор «Воевода». Модернизации подверглась рукоятка, внутри которой установлен элемент с острием – кайлом, выполняющим функции лома «Хулиган»; концевая часть полой прорезиненной рукоятки оснащена вскрывателем – элементом, имеющимся у ИРАС.

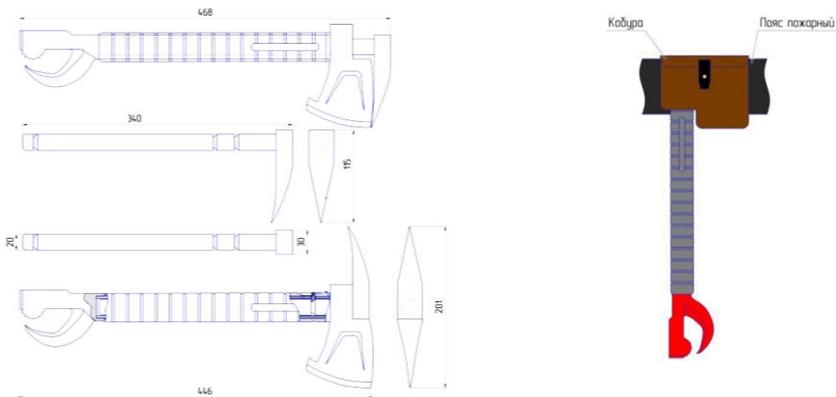


Рис. 4. Топор пожарного поясной многофункциональный

Таким образом, в одном новом (модернизированном) инструменте объединены функциональные возможности и преимущества трёх известных, но ранее не объединяемых по подобной схеме, инструментов.

Общая масса модернизированного топора – 3,5 кг. Для сравнения – масса комплекта аварийно-спасательного инструмента из трёх единиц – 11,2 кг: топор «Воевода» – 1,2 кг; лом «Хулиган» – 5 кг; ИРАС – 5 кг.

### Список литературы

1. Тербнев, В.В. Пожарная техника. Пожарно-техническое вооружение. Устройство и применение /В.В. Тербнев, Н.И. Ульянов, В.А. Грачев. – М.: Центр Пропаганды, 2007. – 113.

2. Егоров, М.А. Анализ и разработка аварийно-спасательного инструмента / М.А. Егоров, В.И. Ястребова, А.Л. Егоров и др. // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 10 (94). – С. 39-50.

УДК 537.86.029

## **ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОНКОЛОГИИ В НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ РАДИОДИАПАЗОНА**

*Тетерин Е.П., д-р техн. наук, профессор,  
Анисимова С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Мартынов О.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия им. В.А. Дегтярева»*

*Аннотация.* Предложен метод анализа вариаций низкочастотного электромагнитного поля биологического объекта как источника информации о его состоянии на фоне развития злокачественных новообразований. Разработана методика получения спектральных характеристик собственных электромагнитных полей биологических объектов. Обнаружены частотные маркеры в спектре собственного поля объекта в низкочастотной области радиодиапазона, проявляющиеся в результате стохастического резонанса с фоновым электромагнитным полем. Показана возможность выявления злокачественных новообразований, основанная на анализе частотных маркеров. Исследовано влияние электромагнитных полей на рост раковых клеток при их облучении на частотах обнаруженных частотных маркеров.

*Ключевые слова:* спектральные характеристики, частотные маркеры, фоновое электромагнитное поле, выявление злокачественных новообразований, рост раковых клеток, низкочастотный колебательный процесс в клетках.

Экспериментальному изучению действия слабых переменных электрических и магнитных полей на биологические объекты, в том

числе и на злокачественные новообразования, посвящено значительное количество работ. Важнейшим из результатов проведённых исследований было обнаружение «биологически активных окон», т.е. немонотонной зависимости реакции биологических систем от амплитудно-частотных характеристик действующих слабых электрических и магнитных полей, что свидетельствует о «резонансно-подобном» взаимодействии между ними и биологической структурой [1,2]. В данной работе предложен метод анализа вариаций низкочастотного электромагнитного поля биологического объекта как источника информации о состоянии лабораторных животных на фоне развития у них злокачественных новообразований, а также показано влияние электромагнитных полей на определённых частотах на рост раковых клеток.

Для проведения экспериментальных исследований потребовалось создать экспериментальную установку, блок-схема которой представлена на рис.1, с помощью которой осуществлялась регистрация фонового электромагнитного поля антенной 2 и фонового поля одновременно с собственным полем объекта исследования антенной 1. Из сравнения сигналов от первой и второй антенн по разработанной нами методике и соответствующей компьютерной программе удалось получить спектры частот собственного поля предмета исследования в виде частотных гистограмм

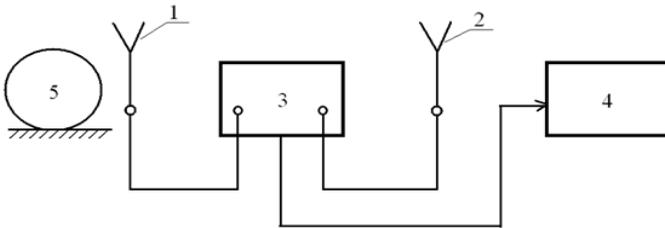


Рис.1. Схема экспериментальной установки:

1–антенна электромагнитного поля первого канала; 2 – антенна электромагнитного поля второго канала; 3–осциллограф; 4–компьютер; 5–предмет исследования

В качестве примера на рис.2 представлены гистограммы спектров поглощения интактных и больных мышей.

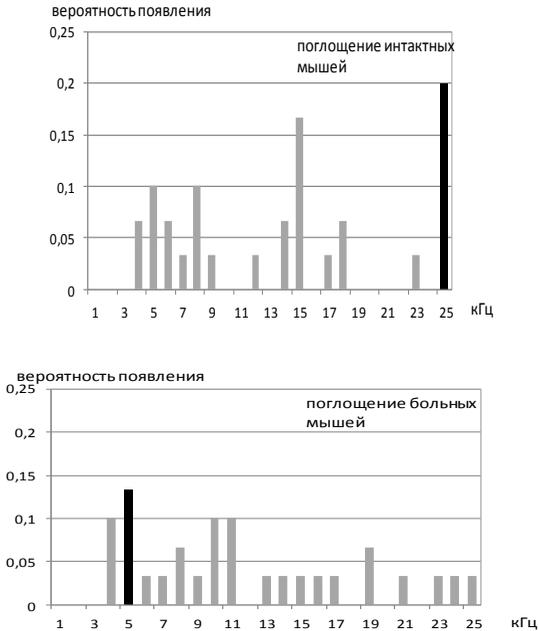


Рис. 2. Гистограммы спектров поглощения интактных и больных мышей

При проведении исследований в работе использовались самцы линейных мышей C57Bl6, полученные из питомника “Столбовая” РАН. В качестве модели солидной злокачественной подкожной опухоли была выбрана трансплантируемая эпидермоидная карцинома легкого Льюис (LLC), штамм которой был получен из банка опухолевых штаммов ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России. Исследования заключались в том, что после определения характерных частот восемь групп мышей по шесть штук в каждой группе с привитыми опухолями подвергались облучению в разных режимах. Оказалось, что во всех случаях после облучения скорость роста раковых клеток возрастала, но скорость роста была разной. В качестве примера на рис.4 представлена кинетика роста опухоли трёх групп, одна из которых была контрольная, т.е. не подвергавшаяся облучению (гр.1), остальные две группы были под-

вергнуты облучению. Из графика видно, что, например, опухоли мышей восьмой группы на 24 день на 122% больше размера опухоли мышей контрольной группы (первая группа) на тот же день наблюдения.

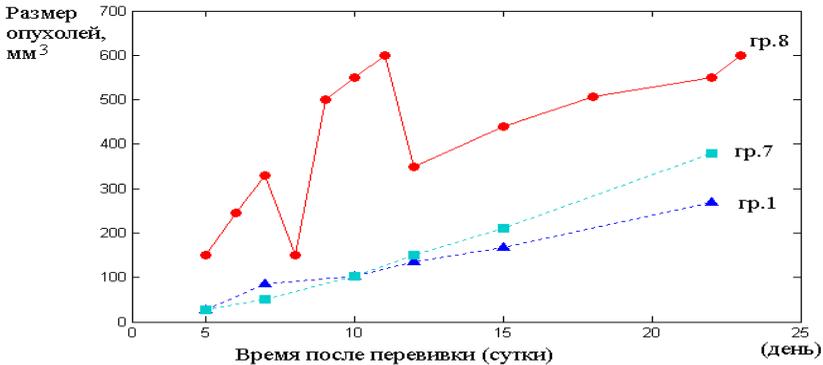


Рис.3. Кинетика роста опухоли LLC для первой, седьмой и восьмой группы

В заключении следует отметить, что во всех проведенных экспериментах облучение мышей, болеющих раком, на характерных частотах приводит к увеличению скорости роста опухолей от 34% до 122% по сравнению с контрольными, при этом скорость роста опухоли зависит от частоты, на которой проводится облучение, и от времени облучения, если облучение больных мышей проводится на «частоте больных». При облучении больных мышей на «частоте здоровых» скорость роста опухоли слабо зависит от времени облучения. При облучении больных мышей на «частоте здоровых» имеет место эффект насыщения облучения во времени. То есть существует некое минимальное время облучения, после которого дальнейшее увеличение время облучения не приводит к увеличению скорости роста опухоли. Установлено, что предварительное облучение организма мышей на характерных частотах способствует более быстрому развитию опухоли после ее появления (на 34%), чем в контрольной группе.

### Список литературы

1. Петросян, В. И. Радиоп физика воды и жизни / В.И. Петросян. – Саарбрюкен (Saarbrücken): LambertAcademicPublishing, 2017. – 494 с.
2. Бецкий, О.В. Миллиметровые волны и живые системы /О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 272 с.

УДК 330.341

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ «КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА КОВРОВА

*Емельянова А.А., Фролова А.А., студенты,  
ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая  
академия имени В.А. Дегтярёва»*

*Аннотация.* В статье были исследованы текущие экологические и социально-экономические проблемы города Коврова, связанные с неэффективной системой раздельного сбора и переработки отходов. Рассмотрены ключевые элементы модели устойчивого развития, включая внедрение инновационных технологий, развитие инфраструктуры и повышение экологической культуры населения. Проведен анализ потенциала города для реализации экологических инициатив и предложен комплексный подход для снижения экологической нагрузки и обеспечения устойчивого развития.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, Ковров, факторы экономического роста, локализация производства, инновации, цифровизация, управление изменениями, особые, экология, сортировка отходов, переработка вторсырья.

Владимирская область, в частности Ковров, располагает значительным потенциалом для социально-экономического развития, который основывается на выгодном географическом положении, диверсифицированной экономике и высоком уровне развития про-

мышленности. Однако для достижения устойчивого экономического роста важно учитывать многообразие факторов, определяющих конкурентоспособность региона в долгосрочной перспективе [1].

Понятие устойчивого развития подразумевает такой способ удовлетворения потребностей текущего поколения, который не ставит под угрозу возможности будущих поколений [5]. Критерии устойчивого развития включают экологическую, социальную и экономическую устойчивость. Экологический аспект предполагает сохранение природных ресурсов, снижение загрязнений и минимизацию воздействия на окружающую среду. Социальный критерий фокусируется на улучшении качества жизни, равенстве и доступе к образованию и здравоохранению, а экономический — на создании стабильной экономики, которая поддерживает рост без ущерба для будущих поколений. В контексте города Коврова это означает сокращение негативного воздействия на окружающую среду и повышение экологической культуры населения. Несмотря на высокий индустриальный потенциал и инвестиции в “зеленые” технологии, в городе сохраняются проблемы, связанные с низким уровнем осведомленности граждан, ограниченным участием бизнеса в переработке отходов и слабой инфраструктурой для сортировки мусора.

Для реализации потенциала по достижению устойчивого развития города Коврова нужно реализовать меры по управлению изменениями для оптимизации процессов. Существует множество моделей, мы рассмотрим лишь основные [2]:

1. Модель Коттера – это алгоритм из восьми последовательных шагов, позволяющий вовлечь людей в осуществление необходимых для организации перемен. Основные шаги модели: создать ощущение срочности изменений; создать руководящую коалицию; сформировать стратегическое видение после обновления. собрать сторонников среди рядовых сотрудников; преодолеть барьеры, которые мешают изменениям; добиваться краткосрочных побед и отмечать первые успехи; постепенно наращивать темп внедрения изменений; закрепить результат.

2. Модель ADKAR - это инструмент для управления изменениями на индивидуальном уровне. Каждая буква аббревиатуры — последовательный этап, через который проходит человек в процессе принятия изменений:

- awareness («Осознание»);
- desire («Желание»);
- knowledge («Знание»);
- ability («Способность»);
- reinforcement («Закрепление»).

3. Гибридная модель устойчивого развития с управлением изменениями. Для управления изменениями на уровне региона целесообразно использовать элементы нескольких моделей, создавая гибридную модель устойчивого регионального развития, которая включает:

- стратегическое планирование (элементы модели Коттера);
- управление сопротивлением (элементы модели ADKAR);
- координация и интеграция (элементы Lean и Agile);
- мониторинг и закрепление результатов.

4. Модель Курашима (реактивные и проактивные изменения). Модель Курашима помогает определить стратегию изменения в зависимости от того, насколько неожиданными или предсказуемыми были внешние экономические условия.

- проактивные изменения: адаптация заранее к возможным санкциям или изменениям внешнеэкономической ситуации через локализацию, инновации и диверсификацию;

- реактивные изменения: быстрая реакция на введение санкций через адаптацию производства, поиск новых партнеров, внутренние реформы.

5. Модель комплексного изменения – это модель, которая учитывает не только управленческие аспекты, но и широкие социальные и экономические изменения, необходимые для достижения устойчивого развития региона. Она фокусируется на взаимосвязи между экологическими, экономическими и социальными аспектами.

Вышеперечисленные модели, как правило, созданы для развития компаний и предприятий. Для города наиболее подходящей моделью на наш взгляд является “модель комплексного подхода”, поскольку она охватывает основные аспекты жизни города.

Экологические факторы: качество воздуха, например, в городе Ковров в летнее время года периодически поджигаются свалки и отходы в частных домах, что значительно снижает качество воздуха; вода и почва, на которые также оказывает негативное влияние

мусор, который вывозится на полигон, почва загрязняется, что делает ее непригодной в дальнейшем для посадки растений, а некоторые канализационные сливы выходят прямо в реки, что значительно загрязняет воду; энергоэффективность транспорта - переход общественного транспорта на альтернативные виды энергии.

Социальный фактор: участие граждан в принятии и реализации решений - на данный момент в Коврове граждане активно принимают участие в выборе проектов по облагораживанию городских территорий, однако хотелось бы видеть большей вовлеченности жителей города и в других социальных проблемах; уровень жизни населения - на данный момент уровень жизни населения в Коврове достаточно высокий.

Экономический фактор: экономическое развитие города – в Коврове ежегодно открываются новые заведения, а заводы наращивают производственные мощности; занятость – уровень занятости в Коврове находится на достаточно высоком уровне, на многих предприятиях города на постоянной основе требуются новые работники, что говорит о том, что рабочей силы на данный момент меньше, чем рабочих мест. Таким образом, проанализировав все факторы устойчивого роста мы выявили, что основной проблемой в городе Ковров является экологическая неустойчивость [3].

Для корректировки текущей экологической ситуации можно применить модель комплексных изменений. Реализацию модели необходимо начать с социального аспекта, так как изменение экологической ситуации требует поддержки и активного участия жителей. Организация информационно-просветительских кампаний могла бы повысить уровень осведомленности населения о важности раздельного сбора отходов, рационального потребления и экологической ответственности. Через школы, вузы, общественные организации и социальные сети граждане получают не только знания, но и мотивацию к участию в экологических инициативах. Формирование экологической культуры создает основу для дальнейших изменений, обеспечивая поддержку со стороны общественности.

Повышение осведомленности и вовлеченности населения открывает возможности для стимулирования локальной "зеленой" экономики. Жители, поддерживающие экологические инициативы, становятся активными потребителями и участниками перерабатываю-

щей инфраструктуры. Это создает предпосылки для привлечения инвестиций и запуска новых перерабатывающих предприятий, а также внедрения инновационных технологий. В свою очередь, экономические меры, такие как предоставление льгот и субсидий для экологически ориентированного бизнеса, способствуют развитию устойчивой городской экономики и созданию новых рабочих мест.

Развитие перерабатывающих мощностей и модернизация инфраструктуры раздельного сбора отходов становится возможным благодаря социальным и экономическим преобразованиям. Современный путь развития многих городов, включая Ковров, является неустойчивым из-за увеличения объемов отходов, недостаточной переработки и высокой экологической нагрузки. В России перерабатывается лишь около 7–10% отходов, в то время как основная их часть отправляется на полигоны, загрязняющие почву, воздух и воду. Индустриальная активность города сопровождается значительными выбросами и загрязнением водоемов, что негативно влияет на здоровье населения и состояние окружающей среды. Низкий уровень экологической осведомленности и слабая вовлеченность граждан в инициативы по раздельному сбору отходов дополнительно усугубляют проблему. Система переработки отходов позволит снизить нагрузку на полигоны, улучшить качество воздуха, воды и почвы, а также повысить энергоэффективность города. Это замыкает цикл изменений, создавая устойчивую городскую среду, в которой экологическая ответственность, экономическая стабильность и социальная вовлеченность взаимно подкрепляют друг друга.

В настоящее время в городе Коврове пункты переработки отходов представлены в ограниченном количестве, что значительно усложняет для населения возможность полноценного участия в системе раздельного сбора мусора. Это ограничение не только снижает доступность экологически ответственных решений, но и препятствует формированию устойчивой инфраструктуры, необходимой для эффективного обращения с отходами [6].

Реализация поставленной инициативы не только снизит объемы отходов, отправляемых на полигоны, но и создаст новые рабочие места, повысит инвестиционную привлекательность региона и укрепит имидж Владимирской области как экологически ответственного региона. В долгосрочной перспективе внедрение таких проектов будет способствовать гармоничному развитию региона и формированию комфортной и устойчивой городской среды.

### Список литературы

1. Правительство Владимирской области [Электронный ресурс]. – URL:<https://avo.ru/> (дата обращения 07.12.2024).
2. Ансофф, И. Стратегическое управление /И. Ансофф. – М.: Экономика, 2002. – 519 с.
3. Гатауллин, Р.Ф. Критерии и факторы устойчивого экономического развития / Р.Ф. Гатауллин, Р.Р. Гатауллин, С.Р. Гатауллина // Вестник ВЭГУ. – №2 (40). – 2019. – С.13-21.
4. Дафт, Теория и практика организации / Дафт, Ричард. – М.: СПб: Прайм-Еврознак, 2009. – 386 с.
5. Ерофеев, П.Ю. Особенности концепции устойчивого развития / П.Ю. Ерофеев // Экономическое возрождение России. – 2017. – № 3(13). – С. 20-29.
6. Коттер, Джон П. (1996), «Ведущие изменения: почему усилия по трансформации терпят неудачу», Harvard Business Review, том 73, № 2, стр. 59-68.

УДК 64.011.342.5

### ATOMSKILLS

*Пелипенко С. А., специалист главный службы охраны труда,  
Публичное акционерное общество «Ковровский механический завод»*

*Аннотация.* В статье рассматриваются цели и задачи AtomSkills.

*Ключевые слова:* чемпионат.

AtomSkills – отраслевой чемпионат профессионального мастерства Госкорпорации «Росатом», проводимый по методике WorldSkills.

AtomSkills – масштабное движение, объединяющее все конкурсы профессионального мастерства, проводимые в атомной отрасли, и их участников – специалистов и ветеранов атомной отрасли рабочих и инженерных профессий, студентов профильных вузов и даже школьников.

О масштабах чемпионата говорят следующие факты:

В Госкорпорацию «РОСАТОМ» входят более 450 предприятий, которые объединяются в дивизионы. В ГК более 15 дивизионов: ядерный оружейный комплекс, горнорудный, инжиниринговый, топливный, электроэнергетический, машиностроительный, ветроэнергетика и другие. На предприятиях Госкорпорации «РОСАТОМ» трудятся более 400 тысяч человек.

Что бы попасть на AtomSkills сначала надо пройти отборочные соревнования внутри дивизиона. Затем победители в каждой компетенции, а это всего лишь 2 участника и 2 эксперта от дивизиона участвуют в отраслевом чемпионате.

Впервые чемпионат профессионального мастерства AtomSkills был организован в 2016 году, с тех пор проводится ежегодно.

На AtomSkills-2016 соревновались 450 участников и экспертов в 10 компетенциях. На AtomSkills-2024 соревновались более 2000 человек по 42 компетенциям.

Компетенции чемпионата: «Охрана труда», «Охрана окружающей среды», «Сметное дело», «Работы на фрезерных универсальных станках», «Программная роботизация» и другие.

Впервые на чемпионате AtomSkills-2024 была представлена «Студенческая лига», в которой приняли участие студенты из 48 российских колледжей и вузов.

Цели чемпионата:

Формирование позитивного общественного мнения.

Повышение престижа рабочих и инженерных профессий.

Мотивация работников к совершенствованию профессиональных навыков в избранной профессии.

Выявление лучших профессионалов среди специалистов рабочих и инженерных специальностей.

Определение одаренных начинающих специалистов среди студентов и школьников.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Трифонов К.И., Грачева И.В. О КАФЕДРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭКОЛОГИИ И ХИМИИ.....</i>	3
<b><i>Секция 1.ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН, БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ, РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....</i></b>	<b>6</b>
<i>Антошина Е.А., Гусев Д.С. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ.....</i>	6
<i>Кузнецова С.В. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ .....</i>	12
<i>Кузнецова С.В. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА БАЗЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАСКАДНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ .....</i>	20
<i>Житников Ю.З., Лошкарёв А.А., Воркуев Д.С. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НАДЁЖНО РАБОТАЮЩИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ СЛОЖНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ...</i>	26
<i>Житников Ю.З., Матросов А.Е., Житников Б.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЁЖНОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ВЗРЫВОМ .....</i>	31
<i>Матросов А.Е.ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАДЁЖНОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВАНИЯ .....</i>	34

<i>Швецов А.Д., Пузанов А.В., Векишина Т.М.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИКИ ИНЕРЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	36
<i>Пузанов А.В., Букетов А.А., Векишина Т.М., Дудникова В.А.</i> МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИВОДОВ НАВЕДЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ .....	39
<i>Котов В.В.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ .....	43
<i>Чащин Е.А., Митрофанов А.А., Молокин Ю.В., Шилов И.В., Арутюнов Ю.А.</i> ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ .....	46
<i>Симаков А.Л., Рожков А.Н.</i> АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИРУЮЩИМ СБОРОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ .....	52
<i>Брындин Д.И., Матвеев С.А., Кузнецова С.В., Хрусталёв П.Е., Симаков А.Л.</i> СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ЗОНЕ ВИДИМОСТИ НАЗЕМНОГО БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА .....	57
<i>Матвеев С.В., Брындин Д.И., Кузнецова С.В., Хрусталёв П.Е., Симаков А.Л.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ БЕСПИЛОТНОЙ СИСТЕМЫ .....	69
<i>Мурзина О.В., Максимова М.И.</i> ОБОСНОВАНИЕ ГЛУБИНЫ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ .....	75
<i>Нерсесян Г.А.</i> НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА .....	79

<b>Ермаков В.И., Фоминых М.А.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ КАМЕР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ .....	83
<b>Ермаков В.И.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРОВ АНАЛИЗ ПРЕДЕЛОВ ДОПУСТИМОГО ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРАХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	88
<b>Соколик Н.Л., Климова И.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ДЛЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА .....	93
<b>Климова И.В.</b> ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СБОРНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ .....	96
<b>Рожков А.Н., Ростовцев Р.М.</b> ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ПАЯНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	100
<b>Кузнецов Д.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА .....	107
<b>Потапов С.И.</b> К ВОПРОСУ О ПОРШНЕВОЙ МАШИНЕ ПОТАПОВА .....	111
<b>Слухов С.А., Симаков А.Л.</b> ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РАБОЧЕЙ СЦЕНЫ СИСТЕМОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ .....	115
<b>Секция 2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, МЕТОДИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>	119
<b>Фёдоров А.Ф.</b> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....	119

<i>Антошина Е.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ТРЕХ- МЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «МЕХА- ТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА» .....	122
<i>Люблинский М.С.</i> ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ТЕОРИЯ, РАЗВИТИЕ И КРОСС-КУЛЬТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ .....	126
<i>Разуваева А.М.</i> ВНЕДРЕНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ИНФОР- МАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ЛИМС/LIMS/ЛИС) I-LDS В ОБЛАСТИ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРО- ИЗВОДСТВА .....	130
<i>Сергеев Е.Б.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ НАВОДНЕНИЙ, ВЫ- ЗВАННЫХ ВЕСЕННИМИ ПАВОДКАМИ .....	135
<i>Прус М.Ю., Сулян С.Г., Зироян А.Д., Прус Ю.В.</i> МОДЕ- ЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РИСКОВВ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ РИСК- ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	140
<i>Вахромеев И.В.</i> ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРО- СТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ Heracleum Sosnowskyi .....	146
<i>Бралгина А.А., Чернова О.В.</i> ОЦЕНКА ГИБКОСТИ ПРО- МЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	151
<i>Опрятнова Ю.Г.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ .....	156
<i>Беспалова А.В.</i> ДИАГНОСТИКА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА РУКОВОДИТЕЛЕЙ .....	161
<i>Гавронская Ю.Ю., Бычков В.М., Ямщикова Д.С.</i> АСПЕК- ТЫ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ .....	166

<b>Роговая О.Г., Бычков В.М., Зорина М.С.</b> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАЦИОННЫХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. ОРЕДЕЖ .....	171
<b>Смолянинов А.Р., Чернова О.В.</b> ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОРГАНИЗАЦИИ .....	177
<b>Маслова А.В.</b> БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	182
<b>Белякин С.К.</b> КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ .....	189
<b>Швецова Н.П.</b> ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОВЗ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ И ХИМИИ.....	194
<b>Максимов Д.Ю.</b> КАПИТАЛИЗАЦИЯ КОМПАНИЙ .....	199
<b>Секция 3.ВЫЗОВЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.</b>	207
<b>Кокорин А.М., Дроздова А.Р.,Семенова Е.В.</b> БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	207
<b>Ларионов А.С.</b> ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗМОЖНОЙ АВАРИИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ Г. КОВРОВА .....	213
<b>Ларионов А.С.</b> ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНОГО ВЗРЫВА ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ГАЗОПРОВОДЕ АО «КЭМЗ» .....	218
<b>Ларионов А.С., Маслова А.В.</b> УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ ФГБОУ ВО «КГТА ИМЕНИ В.А. ДЕГТЯРЁВА» .....	222

<b>Старостенко А.В., Грачева И.В., Косорукова О.В.</b> БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	229
<b>Артамонова Л.А.</b> ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ОРГАНИЗАЦИИ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОПАСНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ .....	232
<b>Гаркушин И.К., Матвеев А.А., Сухаренко М.А.</b> АНАЛИЗ РЯДА ТРОЙНЫХ ВЗАИМНЫХ СИСТЕМ $\text{Na}^+$ , $\text{M}^{2+}\ \text{F}$ , $\text{MoO}_4^{2-}$ (M – Ca, Sr, Ba) .....	238
<b>Занин А.А., Караваев С.Е., Ксенофонтов Н.А.</b> ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ КОНВЕРСИЯ КАК БЕЗОПАСНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КРАСНОГО ФОСФОРА .....	241
<b>Овчинников Н.А.</b> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПЕРЕКАЧИВАНИИ ЖИДКОСТЕЙ .....	246
<b>Чернова О.В.</b> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РИСКА ПРОЕКТА .....	251
<b>Воинков В.П., Манило И.И.</b> ПОЖАРНЫЙ ТОПОР ПОЯСНОЙ С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ .....	259
<b>Тетерин Е.П., Анисимова С.А., Мартынов О.В.</b> ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ОБЪЕКТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОНКОЛОГИИ В НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ РАДИОДИАПАЗОНА .....	263
<b>Емельянова А.А., Фролова А.А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ «КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА КОВРОВА .....	267
<b>Пелипенко С. А.</b> ATOMSKILLS .....	272

Научное издание

**Технологическая, экономическая, экологическая  
безопасность в современном обществе**

Материалы Всероссийской  
научно-технической и научно-методической конференции,  
посвященной 25-летию кафедры  
безопасности жизнедеятельности, экологии и химии

*Печатается в авторской редакции*

*Ответственный редактор  
Компьютерная верстка*

*Е.Ю. Дианова  
Т.А. Гордеевцевой  
М.В. Новиковой*

Изд. лиц. № 020354 от 05.06.97 г. Подписано в печать 17.02.2025 г.  
Формат 60x84/16. Бумага писчая №1. Гарнитура «Таймс». Печать  
офсетная. Усл. печ. л. 16,27. Уч.-изд. л. 16,35. Тираж 300 экз. Заказ  
№ 1277.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ковровская государственная технологическая академия  
имени В.А. Дегтярева»  
601910, Ковров, ул. Маяковского, 19*