

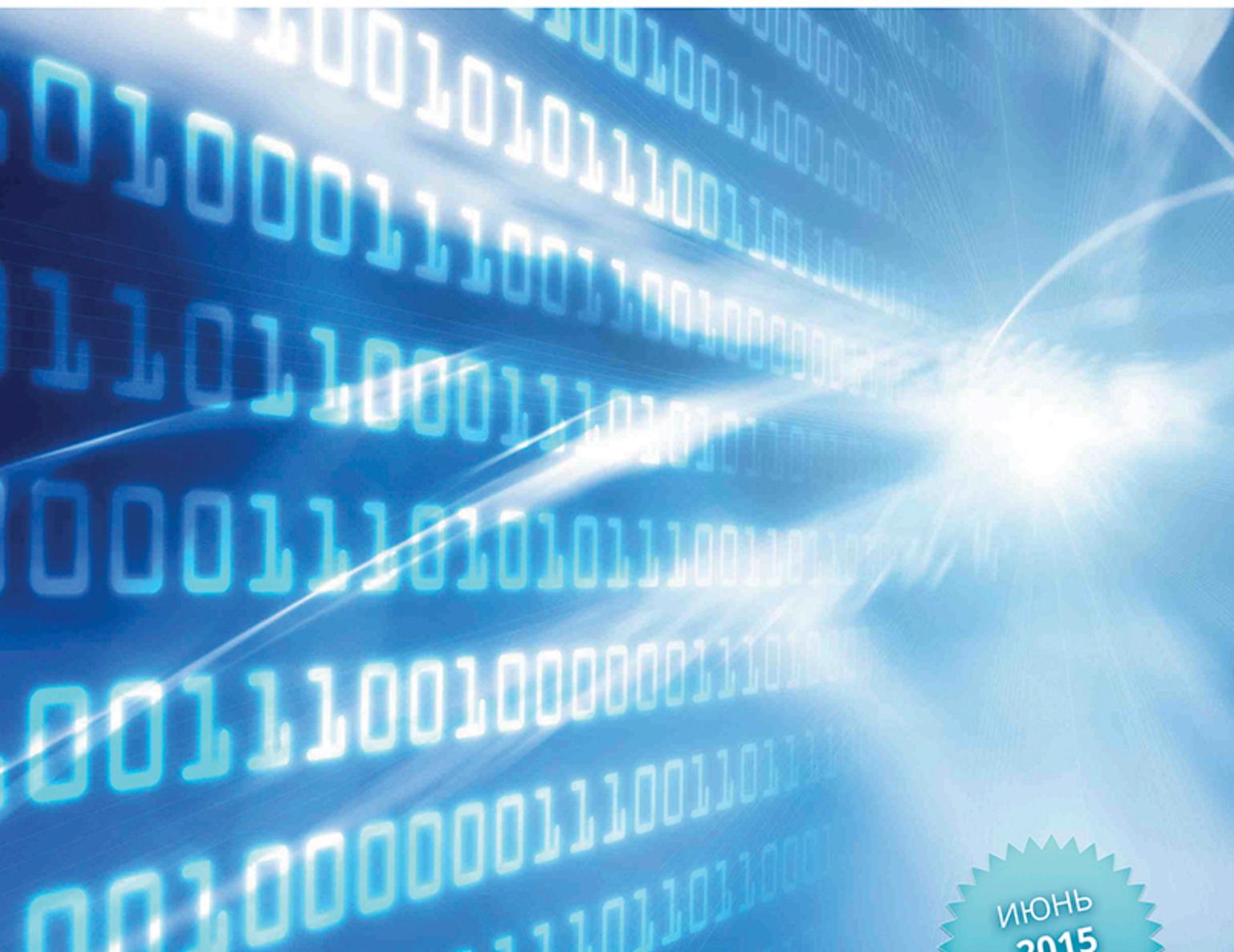
ISSN 2411-1899



ЕВРАЗИЙСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

VI Международная научная конференция



МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
НАУКИ**Гайсин М.А.**

Наглядное представление физической природы фотона и нейтрино. Позитрон – математический фантом реального электрона 1

Львов О.С.

Волновая природа микромира и роль случайных вакуумных полей в квантовых процессах 5

Львов О.С.

Волновая природа мира и теория относительности 13

**Пья Сон Ньен, Грачев В.М.,
Дмитренко В.В., Улин С.Е., Власик К.Ф.,
Утешев З.М., Чернышева И.В., Шустов
А.Е., Новиков А.С., Петренко Д.В.**

Идентификация радиоактивных отходов по гамма излучению радионуклидов с помощью ксенонового гамма спектрометра 16

Сиделов Д.И., Баширова Ю.Н.Интерференционная адаптация у голубей (на примере *Columba livia*) 19

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Амбарцумян Л.И., Филимонова Л.И.

Сравнительная оценка качества компактных теней для век 21

Амбарцумян Л.И., Филимонова Л.И.

Информационная экспертиза непродовольственных товаров 24

Амбарцумян Л.И., Диянова С.Н.,**Филимонова Л.И.**

Вопросы качества моющих средств 30

Волвенко И.В.

Концепция информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований северо-западной Пацифики 32

Губа Е.Н.

Влияние фосфолипидной и белковой добавок на влагоудерживающую способность сырного теста 38

Ермолчев А.Ю., Свирин И.С.

Поиск оптимальных параметров алгоритма Lucas-Kanade 41

Зубков В.Н., Камышова Ю.И.

Разработка комплексного технологического процесса перевозок железнодорожным и

другими видами транспорта для обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов Юга России 45

Кондратьев Е.М.

Проектирование в системе ADEM множественной фрезерной обработки на станке с ЧПУ на единой заготовке 47

Косынкин В.Д., Сарычев Г.А.,**Трубаков Ю.М.**

Прошлое и будущее редкоземельного производства в России 49

Мифтиев Д.З.

Влияние электромагнитного излучения от воздушных линий электропередач на жизнь и здоровье людей 60

Москаленко М.А.

Некоторые особенности вероятностной оценки уровня конструктивной безопасности морских судов 62

Ротарь В.Г., Стеклёнев Н.А.

Программное микро моделирование узлов улично-дорожной сети города 64

Шарипов В.М., Дмитриев М.И.,**Шевелев А.С.**

Переключение передач с различной степенью их перекрытия в коробках передач автомобилей и тракторов 67

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Наглядное представление физической природы фотона и нейтрино. Позитрон — математический фантом реального электрона

Гайсин Мурат Асгатович

Автор в своей статье покажет, что позитрон является математической химерой, появившейся из-за неверной интерпретации Комптона эффекта. И докажет несостоятельность понятия симметрии зарядового сопряжения. Также покажет, что физическая сущность образования фотона и нейтрино имеет одну и ту же природу. Покажет, что такого явления как бета-распад в природе не существует и, соответственно, докажет, что нет такого явления, как слабое взаимодействие.

Время является одним из фундаментальных понятий философии. В современной теоретической физике, по мнению автора, время понимается неверно. По мнению автора, идеально точное определение сути времени дал Антифон - «Время есть мысль или мера, а не сущность». Время, по мнению автора, есть субъективное ощущение реальности человеком. Это ощущение связано с работой мозга. В памяти фиксируется последовательность состояний реальности, и изменения состояния реальности человек ощущает как течение времени. В реальности же есть только материя, движущаяся в пространстве. Реальность не мимолетна, а мимолетно состояние реальности. Все движется, все изменяется. Тем самым, по мнению автора, время является не физическим параметром, а расчетным. То есть является мерой изменения состояния реальности. Автор в своей статье «Единая теория поля» дал понятия положительного и отрицательного зарядов. Где положительный заряд протона определен как гравитационное поле частично экранированного не квантованного объекта (ядро протона), а отрицательный заряд определен не как самостоятельное свойство материи, а как гравитационное поле экранирующего не квантованного объекта (электрон). Соответственно из этого вытекает, что заряды имеют одинаковую физическую природу и не равны, так как прямо пропорциональны не квантованным размерам своих носителей. И поэтому, о симметрии зарядового сопряжения не может быть и речи. Тем самым, из теории автора выходит, что в природе не может быть антивещества, позитрона, явления аннигиляции и т.д. К автору таких утверждений возникает даже не вопрос, а удивление, переходящее в неприятие, как можно отрицать очевидное, когда все это уже открыто и экспериментально доказано. Но, тем не менее, автор покажет, что это не так.

Позитрон — математический фантом реального электрона.

Итак, в 1922 г. американский физик А. Комpton открыл эффект, названный его именем, заключающийся в упругом рассеянии электромагнитного излучения (рентгеновского и гамма-излучения) на свободных электронах, которое сопровождается увеличением длины волн.

Этот эффект объяснили корпускулярными свойствами излучения. В понимании автора, излучение — это перемещение локальной деформации топологии в пространстве. Электрон изменяет направление своего движения при встрече с локально-деформированной топологией пространства, и при этом воздействует на деформированную

топологию своим гравитационным полем, изменяя длину ее волны. То есть, теория автора просто дополняет понимание эффекта Комптона, показывая механизм взаимодействия излучения и электрона. Из рис. 1 видна причинно-следственная связь взаимодействия электрона и гамма кванта излучения. То есть, как до взаимодействия был один электрон и гамма квант излучения, так и после взаимодействия остался тот же электрон и гамма квант излучения.

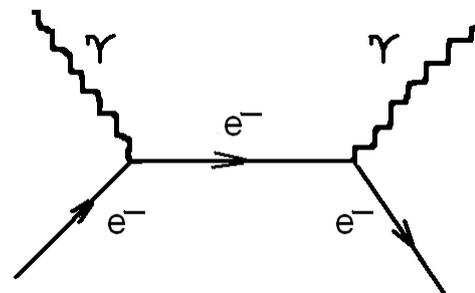


Рис. 1 Эффект Комптона

Но в 1928 г. на основе квантовой механики физиком П. Дираком было предсказано существование античастиц. Физики начали искать экспериментальное подтверждение предсказания. И в 1932 г. антиэлектроны были экспериментально обнаружены физиком К. Андерсоном.

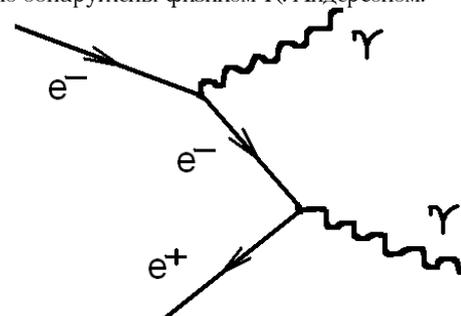


Рис. 2 Электрон-позитронная аннигиляция

Сравнение рис.1 и рис.2 показывает их полную идентичность, кроме одного обозначения. На рис.1 отраженный электрон, на рис.2 он же обозначен как позитрон. Позитрон не только имеет заряд, противоположный заряду электрона, как в основном преподносится в научной литературе, но и пространственно, как бы отражен в зеркале, и имеет еще и обратный ход времени. То есть, чтобы электрон стал позитроном необходимо произвести СРТ преобразование.

Действительно, если представить отраженный электрон на момент отражения (рис. 1), как бы пришедшим из своего будущего местонахождения, то должны произвести СРТ — преобразование. Тогда электрон как бы разбивается на два объекта (рис. 2): на сам электрон и на позитрон, как бы движущийся из будущего в настоящее. Но физики не учитывают, что такой математический прием нарушает причинно-следственную связь относительно всего события. Это называется математической подгонкой результатов эксперимента под теорию. И получается, что вместо одного реального Комптон эффекта мы имеем два фиктивных физических события. Первое, когда мы наблюдаем процесс относительно электрона и позитрона — как бы аннигиляцию электрона и позитрона с выделением двух гамма квантов излучения. И второе, когда мы наблюдаем процесс относительно гамма излучения — как бы выбивание гамма квантом излучения из вакуума электронно-позитронной пары.

Автор делает вывод, что физический вакуум не содержит виртуальные частицы и скрытой энергии, т.е. подтверждает свой перевод с латинского «пустота». А из этого следует, что все теории физики, основанные на понятие симметрии зарядового сопряжения и на существовании виртуальных частиц, не состоятельны.

Наглядное физическое представление образования фотона.

Основные физические свойства фотона (известные в физике):

- фотон не имеет электрического заряда;
- масса покоя фотона равна нулю;
- фотон может иметь одно из двух состояний поляриза-

ций;

- фотон излучается, когда атом переходит из возбужденного состояния в состояние с меньшей энергией;
- атом переходит в возбужденное состояние при поглощении фотона.

Автор рассматривает физический процесс формирования фотона через свое понимание физической сущности положительного и отрицательного зарядов. Итак, положительный заряд ядра атома деформирует топологию окружающего его пространства. А свойство заряда электрона частично экранировать деформированную топологию пространства ядра, описано автором в статьях «Единая теория поля» и «Физическая природа формирований структур электронных оболочек атомов». Автор на рис. 3 представил наглядно физический процесс образования фотона в атоме. Когда электрон переходит с орбиты возбужденного состояния на орбиту основного состояния, соответственно, и экранирование деформированной топологии переходит на новый уровень. Часть пространства с деформированной топологией экранируется от источника деформации и становится самостоятельной волной в пространстве, то есть фотоном.

Наглядное физическое представление образования электронного нейтрино.

Для этого рассмотрим, так называемый, электронный захват. При электронном захвате один из протонов ядра захватывает орбитальный электрон и превращается в нейтрон, испуская электронное нейтрино.

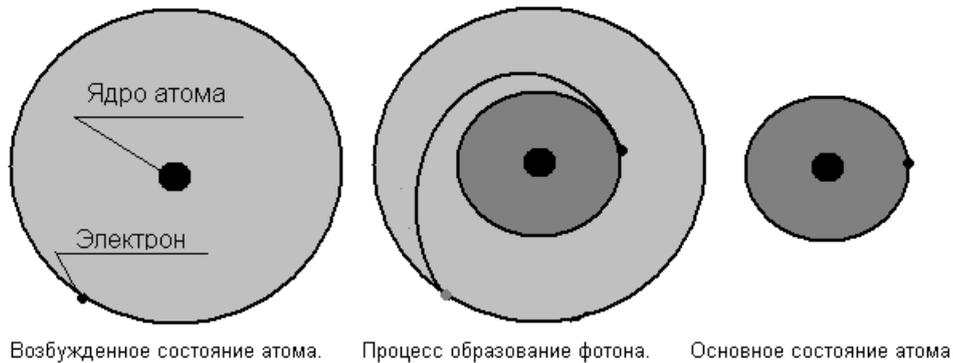
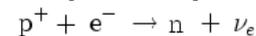


Рис. 3. Физический процесс образования фотона в атоме

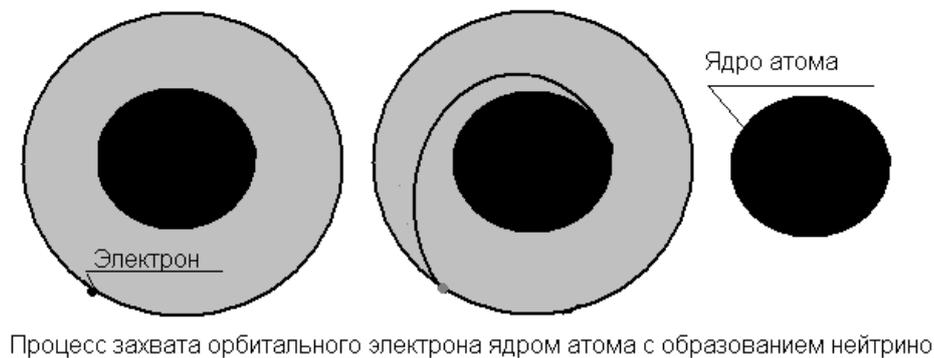
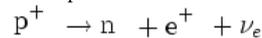
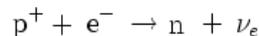


Рис. 4. Физический процесс образования электронного нейтрино в атоме

Из рис. 3 и рис. 4 видно, что физический процесс образования фотона и электронного нейтрино принципиально ничем не отличается. И, соответственно, электронное нейтрино обладает всеми свойствами фотона. То есть, электронное нейтрино не имеет электрического заряда. Масса покоя электронного нейтрино равна нулю. Электронное нейтрино может иметь одно из двух состояний поляризации. Электронное нейтрино излучается, когда один из протонов ядра атома захватывает орбитальный электрон и становится нейтроном. Возбуждение и распад нейтрона происходит при поглощении электронного нейтрино. Автор рассмотрит со своей точки зрения, так называемый, позитронный распад — «бета плюс-распад». В β^+ -распаде один из протонов ядра превращается посредством, так называемого, слабого взаимодействия в нейтрон, позитрон и нейтрино.



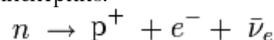
Автор в оглавление «Позитрон — математический фантом реального электрона» показал, что позитрон это на самом деле является электроном и появляется в описании физического процесса, как позитрон при злонамеренном нарушении причинно-следственной связи, то есть при подгонке результатов эксперимента под теорию. При восстановлении причинно-следственной связи запись позитронно-го распада будет иметь вид:



Данное взаимодействие является записью электронного захвата протоном ядра атома орбитального электрона. Атом при электронном захвате переходит в возбуждённое состояние с внутренней оболочкой без электрона. Снятие возбуждения атомной оболочки происходит путём перехода электрона с верхней оболочки на нижнюю, причем образовавшуюся на более высокой оболочке вакансию заполнит электрон с еще более высокой оболочки. Энергия, выделяющаяся при этом, уносится одним или несколькими фотонами. Так называемая, аннигиляция позитрона с электроном с испусканием двух гамма-квантов излучения, на самом деле, и есть эффект снятия возбуждения атомных оболочек при электронном захвате.

Доказательство отсутствия в природе слабого взаимодействия.

Автор рассмотрит, так называемый, бета-распад нейтрона через призму нового понимания физической сущности нейтрино. Итак, бета-распад нейтрона в современном понимании физики это спонтанное превращение свободного нейтрона в протон с излучением электрона и электронного антинейтрино.



В новом понимании физической сущности электронного нейтрино это невозможное событие. Так как, распад нейтрона может произойти только при поглощении им электронного нейтрино. Что и подтверждают эксперименты: при облучении нуклонов в пучке нейтрино в конечном состоянии всегда наблюдаются электроны. Поэтому автор разберет физическую сущность, появившейся в рассмотрении частицы — электронное антинейтрино. В начале, ученые предположили, что электронное нейтрино и электронное антинейтрино должны быть тождественны, но потом эксперименты показали, что электронные нейтрино и электронные антинейтрино, разные частицы. Л.Д. Ландау разработал теорию двухкомпонентного спирального нейтрино, где показал связь между электронным нейтрино и элек-

тронным антинейтрино. Так называемая, комбинированная инверсия (CP), превращает реальное нейтрино в реальное антинейтрино с противоположной спиральностью. Но автор в оглавление «Позитрон математический фантом реального электрона» показал, что

операция перехода от частиц системы к античастицам (зарядовое сопряжение, C) с одновременным изменением знаков пространственных координат частиц (пространственная инверсия, P) является только математической операцией и производится с нарушением причинно-следственной связи. И поэтому, запись бета-распада нейтрона с восстановленной причинно-следственной связью будет выглядеть так:



Масса нейтрона в физике определена без учета гравитационного эффекта от экранирования протона электроном в структуре нейтрона, и масса нейтрона, на самом деле, не больше суммы масс отдельного протона и электрона. Поэтому нет потери массы и, соответственно, энергии при распаде нейтрона на протон и электрон. Итак, бета-распад нейтрона или спонтанное превращение свободного нейтрона в протон с излучением электрона и электронного антинейтрино, на самом деле, является электромагнитным взаимодействием электронного нейтрино с нейтроном, и следствием этого взаимодействия является распад нейтрона на протон и электрон.

Наглядное физическое представление образования других нейтрино.

Автор в своей статье «Единая теория поля» показал, что структура нейтрона состоит из центрального ядра, которое пока еще не имеет своего названия и обозначается как ядро протона и двух электронов протонного и нейтронного.

Из рис. 5 (структура нейтрона) ясно видно, что есть возможность образования еще двух видов нейтрино. Это при переходе из возбужденного состояния в основное нейтронного и протонного электрона с излучением соответствующих нейтрино.

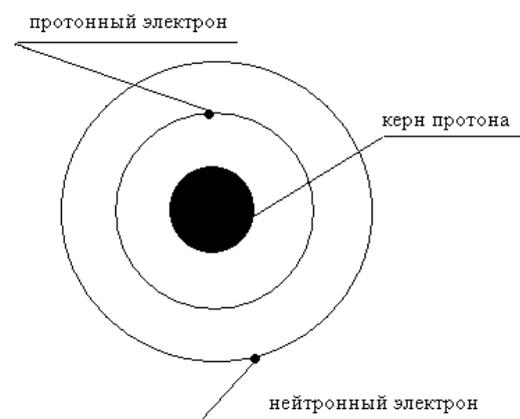


Рис. 5. Структура нейтрона

Переход свободного нейтрона в атом водорода.



Физики считают, что этот процесс пока еще экспериментально не получен. Автор же считает, что обнаруженный в 2005 г. так называемый радиационный бета-распад нейтрона с излучением гамма-кванта и есть переход свободного нейтрона в атом водорода.

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e + \gamma$$

Напишем это взаимодействие с учетом причинно-следственной связи:

$$\nu_e + n \rightarrow p + e^- + \gamma$$

Итак, вследствие электромагнитного взаимодействия электронного нейтрино с нейтроном, нейтрон распадается на протон и электрон. Но в данном случае энергии электрона не хватает на вылет из-под воздействия протона. И образовывается возбужденный атом водорода, который при переходе в основное состояние излучает гамма-квант.

Автор данной статьи считает, что наглядное представление картины физического процесса позволяет понять суть процесса и привязывает теоретическую физику к реальности. Что нельзя сказать о формализованном математическом подходе, который культивируется сейчас в теоретической физике. Этот подход таит в себе опасность отрыва теоретической физики от реальности и ухода в абстракцию. Что и произошло, если рассматривать теоретическую физику через призму понимания реальности автором.

Физическая модель фотона в пространстве

В современной физике считается доказанной квантовая природа электромагнитного излучения. Автор же в своей статье показывает, что на самом деле фотон квантован не по своей природной сути, а квантован в следствии квантованности процесса, в результате которого он образуется.

Автор в оглавление «Наглядное представление физической природы фотона и нейтрино» показал физический процесс формирования фотона.

Сам процесс заключается в том, что при переходе электрона с орбиты возбужденного состояния на орбиту основного состояния, вследствие проявления двух физических феноменов, эффекта экранирования заряда ядра электроном и эффекта запаздывания потенциала, часть пространства с деформированной топологией экранируется от источника деформации и становится самостоятельной волной в пространстве, то есть фотоном.

На рисунке 3 схематично показан процесс образования фотона, но при этом, как будет выглядеть физически топология фотона в пространстве, не показано. Для детализации представления фотона в пространстве надо учесть, что электрон переходит на орбиту основного состояния по спирали. Во-вторых, учесть, что любое материальное тело имеет определенную скорость в пространстве, и соответственно в объеме фотон будет выглядеть примерно как конусообразная спиральная пружина. Образно можно представить фотон как стружку с токарного станка при стачивании конуса. Понятно, что это только образное представление, так как фотон не является материальным объектом, а является перемещающейся скрученной локальной деформацией в топологии пространства рис. 6.

Литература:

1. Гайсин М.А. «Физическая природа формирований структур электронных оболочек атомов». Сборник научных работ ЕНО за апрель 2015 г. Москва.
2. Гайсин М.А. «Единая теория поля. Физическая природа отрицательного заряда». Сборник научных работ ЕНО за май 2015 г. Москва.
3. Википедия. Свободная энциклопедия. Интернет.
4. Методическое пособие по физике нейтрино Орехов Д.И.
5. Интернет. Диаграммы Фейнмана.

Тогда становится понятен механизм воздействия свободного электрона на фотон, так называемое рассеяние фотона свободным электроном. Электрон, влетая в топологию фотона, на какой-то момент становится с фотоном единым целым и соответственно передает фотону свой импульс рис. 1. Становится понятен и механизм излучения и поглощения фотона целиком объектами, которые имеют размеры, много меньше длины волны фотона, например атомами. Механизм поглощения фотона в атоме состоит в том, что фотон, попадая в структуру атома, взаимодействует с электроном, переводя электрон на орбиту возбужденного состояния. При этом сам фотон исчезает, так как уровень деформации топологии пространства в структуре атома приблизительно равен уровню деформации топологии фотона. Физическая модель нейтрино с учетом масштаба полностью соответствует физической модели фотона. И поэтому у нейтрино в принципе не может быть массы.

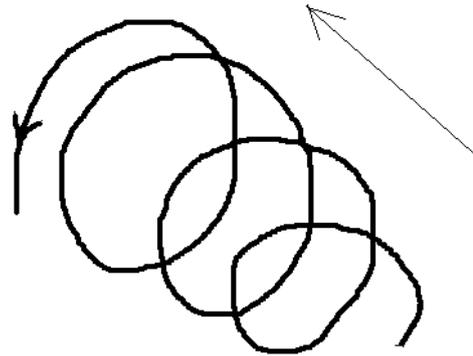


Рис. 6 Схематическое представление топологии фотона в пространстве

Заключение. Автор в очередной раз показывает о необходимости перехода теоретической физики с абстрактных математических формул к построению моделей физических процессов с использованием математики не более чем в качестве вспомогательного инструмента. Из теоретических представлений автора выходит, что миллиардные средства выделяемые государством на фундаментальную науку расходуется по принципу освоения средств без какого либо шанса получения результата. Пример: создание детекторов темной материи на земле и в космосе, если при этом есть доказательная база, что темной материи в природе не существует, или строительство электрон-позитронного суперколлайдера, если при этом наверняка известно, что позитрона в природе не существует и так далее.

Волновая природа микромира и роль случайных вакуумных полей в квантовых процессах

Львов Олег Сергеевич
г. Пенза

Рассматривается вариант квазиклассического описания квантовых процессов, основанный на предположении о волновой природе микрочастиц, которые представляются квантованными вакуумными полями. При этом микрочастицы-корпускулы считаются формальными образованиями.

Отмечается важная роль в квантовых процессах спектрально-однородных случайных вакуумных полей, ответственных за квантование полей микрочастиц, вероятностный характер результатов измерения их показателей и ряд других квантовых явлений.

В порядке развития новых представлений о квантовых процессах, предлагается некоторая коррекция волновых уравнений квантовой механики и новая трактовка некоторых расчетных процедур квантовой электродинамики.

Введение

Принято считать, что базовые положения современной квантовой теории (КТ) [1, 2] и наиболее проработанной ее ветви - квантовой электродинамики (КЭД) [3, 4], не должны вызывать какой-либо неудовлетворенности. Проводимые в КЭД расчеты количественных показателей электродинамических процессов дают блестящее совпадение с экспериментом. Однако углубленное знакомство с базовыми положениями КТ вызывает сомнение в их корректности. Квантовая теория не представляется убедительной в части осмысливания физической сущности явлений. Математическое описание процессов здесь излишне формализовано [3,4] и не всегда корректно [5].

Какие же базовые положения представляются автору парадоксальными и малоубедительными? Это, прежде всего, положение о корпускулярно-волновом дуализме микрообъектов [1, 2]. Непонятно, почему микрочастица в зависимости от конкретных условий может проявляться либо в виде распределенного волнового поля, либо в виде квазиточечного объекта?

При этом считается, что волновая функция (ВФ) микрочастицы сама по себе не имеет физического смысла. Физический смысл имеют лишь произведенные от ВФ квадратичные формы, которые определяют вероятности обнаружения частицы-корпускулы в том или ином состоянии. Известно, что вероятностная волновая функция микрочастицы проявляет свойства дифракции и интерференции, как обычная физическая волна. Поэтому трудно согласиться с формальной вероятностной волной, которая, не имеет физического аналога.

Частицы-корпускулы также обладают странными свойствами. Зачастую невозможно одновременно указать точные значения ряда их показателей, например, некоторой координаты и соответствующей компоненты скорости. Нет однозначной информации и о размерах многих микрочастиц.

Отсутствует объяснение достаточно большого значения внутреннего (спинового) момента квазиточечных микрочастиц электронов.

Оставляют недоумение широко используемые в КЭД поля "излученного" и "поглощенного фотонов", описываемые бесконечной плоской мнимоекспоненциальной волной [3, 4]. То же можно сказать об излучении взаимодействующей заряженной частицей, например электроном, фотона, который через некоторое время может поглотиться той же частицей.

Остается без объяснения отсутствие самодействия электрических зарядов частицы, которое не учитывается в электродинамических расчетах.

Квантование полей частиц введено формально. Какие-либо физические предпосылки процесса квантования не упоминаются.

Цель настоящей публикации - устранение парадоксов КТ путем переосмысливания ряда базовых положений и корректировки ее математического аппарата при сохранении большинства известных вычислительных формул при новой физической интерпретации их отдельных членов.

Корректировка базовых положений КТ

В основе рассматриваемой интерпретации квантовых явлений лежит положение о реальности физического поля, отображаемого волновой функцией микрочастиц, при формальной сущности микрочастиц-корпускул, а также положение о важной роли случайных вакуумных полей. Можно утверждать, что предлагаемая теория в определенном плане является объединением и развитием квантовой теории поля и стохастической электродинамики.

Указанные положения при некоторой модификации уравнений и операторов микрочастиц позволяют объяснить сущность ряда квантовых явлений, и решать задачи квантовой механики квазиклассическим методом. Рассмотрение всех проблем ведется на примере электромагнитного и электронно-позитронного (ЭПП) полей и соответствующих им микрочастиц. Однако излагаемые положения имеют более общий характер.

Квантовые явления можно переосмыслить следующим более логичным образом. Предполагается, что все микрочастицы, в частности электроны, представляют собой регулярные в той или иной мере локализованные осциллирующие физические вакуумные поля, квантованные в стационарных состояниях. Все названные поля имеют общую природу, о чем свидетельствует единая скорость распространения их возмущений, равная скорости света [5].

Поля микрочастиц описываются волновыми функциями (ВФ) квантовой механики разной структуры (ψ -функции),

удовлетворяющими определенным дифференциальным уравнениям. Квадратичные формы ψ -функций определяют вероятностные показатели соответствующих микрообъектов. В случае элементарных частиц ВФ достаточно адекватно отражают характеристики соответствующих физических полей частиц и позволяют вычислять динамические показатели частицы. В случае же системы микрочастиц ВФ являются чисто формальным образованием, построенным на основе волновых функций элементарных частиц. Не отражая многих показателей вакуумных полей, они, тем не менее, представляют удобный расчетный инструмент для определения вероятностей различных состояний системы и вероятностей ее перехода в новые состояния под действием внешних факторов. Физические поля микрочастиц, видимо, имеют более сложную структуру, чем их вероятностные аналоги. Возможно, они представляют разные конфигурации электромагнитного поля (ЭМП), взаимодействующего с вакуумной средой и вакуумными полями.

Поля частиц с нулевой массой покоя характеризуются свободным распространением волн в вакууме со скоростью света. Поля частиц с конечной массой покоя, распространяясь со световой скоростью, характеризуются саморассеянием и могут образовывать неподвижные или движущиеся с досветовой скоростью осциллирующие волновые пакеты [5]. При этом каждая компонента волновой функции свободной частицы с отличной от нуля массой покоя подчиняется волновому уравнению типа Клейна-Гордона.

Характерная особенность квантовых полей - их непрерывные осцилляции, проявляющиеся в регулярном изменении фазы или амплитуды волновой функции. Локальную интенсивность этих осцилляций и ее пространственный перенос удобно описывать векторной функцией J_k ($k = 0 - 3$), компоненты которой пропорциональны произведению скорости изменения волновой функции на ее амплитуду. Рассматриваемый распределенный показатель J_k можно назвать вектором плотности квантового действия поля. Можно говорить также о квантовом действии волнового пакета частицы - Q , что оправдывается фактом сохранения интегрального показателя действия свободного поля

$$Q = \int J_0 dV = \text{const.} \quad (1)$$

Заметим, что вектор плотности квантового действия поля с точностью до множителя \hbar совпадает с используемым в квантовой механике вектором плотности-потока вероятности обнаружения частицы в некоторой точке. Указанная новая интерпретация названного вектора имеет большое значение в рассматриваемом варианте описания квантовых явлений.

Относительно большие размеры волновых пакетов наблюдаемых частиц ($>10^{10}$ см для атомных электронов) позволяют объяснить их спиновый момент внутренней циркуляцией энергии поля частицы.

Микрочастицы-корпускулы, например фотоны и электроны, представляют наблюдаемый результат взаимодействия соответствующих полей с детектирующим устройством. Как показывает теория и эксперименты по упругому рассеянию встречных пучков электронов [3] с ультрарелятивистскими скоростями, частицы-корпускулы могут иметь различные значения поперечника, определяемого эффективным сечением рассеяния, стремящимся к нулю с ростом кинетической энергии частиц. Микрочастицы-корпускулы представляют собой не реальные физические объекты, а формальные математические образования с неопределенными размерами, отражающими особенности эксперимента.

Представление частиц в виде квазиточечных объектов - корпускул объясняется также не вполне корректным истолкованием экспериментальных результатов ряда электродинамических процессов. Например, при рассмотрении комптоновского рассеяния создается видимость взаимодействия электронов с "частицами" ЭМП - фотонами. Однако все можно объяснить при учете волновой природы электрона. Из волнового уравнения электрона, взаимодействующего с плоской электромагнитной (ЭМ) волной, следует характерное соотношение для компонент волновых векторов p_1, p_2 и k - исходного и конечного электронных полей и ЭМП: $p_2 = p_1 + k$. Это соотношение при добавлении множителей \hbar трактуется как закон сохранения энергии-импульса "системы частиц" электрон - фотон. При этом создается видимость корпускулярной природы ЭМП, хотя последнее в данном случае может быть вообще не квантованным.

В излагаемой трактовке квантовых явлений важная роль отводится физическому вакууму, который представляется в виде материальной всеобъемлющей окружающей среды, обладающей метрическими и волнопроводными свойствами и находящейся в стохастически возбужденном равновесном состоянии. Стохастическое возбуждение вакуума проявляется в виде наличия во всех его точках случайного ЭМП и других случайных полей, прежде всего, ЭПП. Большинство физических показателей указанных полей, в частности, электрические заряды, импульсы и многие другие показатели в среднем компенсируются и явно не проявляются. Случайные вакуумные поля (СВП), представляющие конкретизацию нулевых вакуумных колебаний или состояний КЭД, не проявляются явно также по причине уравновешенности всех наблюдаемых стационарных объектов по отношению к этим полям.

СВП взаимодействуют между собой, следствием чего является статистически однородное распределение квантового действия и электрического заряда по всем пространственным функциональным состояниям, в частности по всему спектру пространственных частот гармонических составляющих рассматриваемых полей. При этом величина спектральной плотности квантового действия компонент вакуумных полей равна постоянной Планка \hbar , а спектральная плотность модуля их электрического заряда равна элементарному заряду e . СВП, как и вакуум в целом, обладают релятивистской инвариантностью.

При взаимодействии микрочастиц с внешними ЭМП или друг с другом случайные вакуумные ЭМП могут быть причиной перехода системы взаимодействующих частиц в новые состояния, переход в которые был бы невозможен при отсутствии указанных полей. Например, внешнее волновое ЭМП может вызывать лишь колебания электронов, но это же поле в совокупности со случайными вакуумными ЭМП может вызывать появление рассеянных электронов, движущихся в различных направлениях (комптоновское рассеяние).

Влиянием СВП объясняется проявление корпускулярных свойств частиц при упругом рассеянии весьма быстрых встречных электронных или протонных пучков, когда эксперименты, как считается, свидетельствуют о весьма малых размерах указанных частиц.

Электромагнитные составляющие СВП широко фигурируют в формулах КЭД под названием "поле излученного (поглощенного) фотона" и " функция распространения виртуального фотона". Электронно-позитронные СВП фигурируют в

КЭД в собственно-энергетических фотонных диаграммах в виде рождающихся и впоследствии аннигилирующих виртуальных электронно-позитронных пар (электронно-позитронные петли в диаграммной технике).

Под действием СВП в соответствии со статистическими закономерностями реализуются новые состояния системы, характеризующиеся переходом электромагнитной энергии из единственного регулярного состояния во множество излученных волн со случайными показателями. Состояния же, характеризующиеся переходом энергии из множества случайных вакуумных ЭМП в регулярное электромагнитное поле, ввиду малой их вероятности не реализуются. Например, под действием СВП наблюдается переход электронов в возбужденных атомах на свободные нижние энергетические уровни с излучением ЭМ волн во множество случайных состояний, в то время как обратный переход, характеризующийся возрастанием энергии внутриатомного электрического поля, не наблюдается. Таким образом, принцип минимизации энергии представляет следствие более общего статистического закона максимизации энтропии.

Квантование стационарного поля, например электронного, можно объяснить влиянием СВП. Электрический заряд и квантовое действие локализованного стационарного поля под действием СВП выравниваются со среднестатистическими значениями указанных показателей вакуумных состояний $-e$ и \hbar .

Стационарные состояния полей микрочастиц $\psi = \psi(r) \exp(i\omega t)$ характеризуются постоянной частотой осцилляции $\omega = \varepsilon/\hbar$ и неизменным пространственным распределением динамических показателей. Примером частиц в стационарных состояниях являются атомные электроны, представляющие квантованные регулярные вакуумные поля, сдерживаемые электрическим полем ядра. Постоянством распределенных зарядов и токов атомных электронных полей объясняется отсутствие ЭМ излучения, и, как следствие, устойчивость атома, – ситуация, необъяснимая в случае корпускулярной модели электронов.

Излучаемое отдельными атомами в электродинамических процессах ЭМП всегда квантовано, его действие равно \hbar , а полная энергия излученной практически моночастотной волны $\varepsilon = \omega\hbar$. Учет квантования ЭМП является принципиальным при рассмотрении ряда физических процессов, например, термодинамического ЭМ излучения внутри замкнутой полости. Квантование ЭМП здесь происходит за счет его взаимодействия с электронами стенок полости.

Квантование частиц в новых состояниях, возникающих в результате взаимодействия исходных заряженных частиц с ЭМП, происходит под действием двух факторов СВП, – динамического и статистического.

Динамический фактор действия СВП заключается в том, что при наличии поля наблюдаемого электрона в результате флуктуации вакуумных ЭПП возможно возникновение любых электронных состояний, не противоречащих законам сохранения, с зарядом, близким к элементарному заряду $-e$, при одновременной компенсации электрического заряда и других показателей наблюдаемой волновой функции отрицательно-энергетическим позитронным состоянием.

Статистический фактор действия СВП при квантовании ЭПП заключается в поддержании равновесного состояния квантованного волнового пакета (действие равно \hbar). Статистический фактор поясняется графиком зависимости скорости изменения электрического заряда в некотором локализованном функциональном состоянии от величины заряда в этом состоянии, рисунок 1.

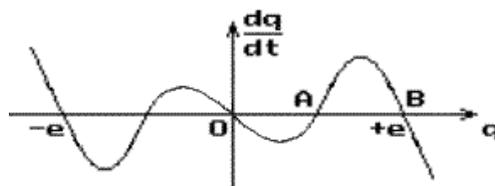


Рисунок 1

Точка **O**, характеризующаяся нулевым наблюдаемым зарядом, отвечает вакуумному состоянию поля. При некотором увеличении положительного заряда в рассматриваемом состоянии возрастает его рассеяние случайным ЭМП, и равновесие восстанавливается. При большем значении заряда становится заметным эффект его пополнения за счет притормаживания зарядов определенных составляющих позитронного СВП электрическим полем избыточного заряда. При определенном увеличении заряда имеет место баланс рассеиваемых и прибывающих зарядов (точка **A**). Точка **A** не является точкой устойчивого состояния, при малейшем возрастании заряда преобладает процесс накопления вакуумных зарядов, и происходит дальнейшее увеличение заряда в данном состоянии. Вместе с возрастанием заряда становится существенным его рассеяние под действием собственного электрического поля, и в точке **B**, отвечающей элементарному заряду e вновь наблюдается равенство притока и рассеивания зарядов. Данное состояние характеризуется автобалансировкой заряда и является устойчивым. Кривая симметрична относительно точки **O** в силу зарядовой симметрии вакуума, поэтому наряду с рассмотренным позитронным состоянием возможно устойчивое электронное состояние с зарядом минус e .

Для понимания сущности описанных процессов следует учесть, что скорость рассеяния зарядов регулярного поля под действием случайного ЭМП пропорциональна амплитуде рассматриваемой функции. Скорость накопления заряда пропорциональна второй ее степени, а скорость саморассеяния заряда пропорциональна третьей степени амплитуды.

Наряду с квантованием заряда частицы, например электрона, влиянием статистического фактора СВП объясняется также эффект отсутствия самодействия ее распределенных зарядов. Таким образом, частица электрон представляет собой стационарную резонансную динамическую систему, характеризующуюся непрерывным обменом зарядами с электронным СВП.

Ввиду влияния динамического и статистического факторов СВП при детектировании электрона в некотором состоянии создаются условия, благоприятствующие трансформации (редукции) его волновой функции в детектируемое состояние и ее последующему квантованию. В результате происходит регистрация возникшего нового состояния, как реальной частицы. При этом исходное электронное состояние и компенсирующее его отрицательно-энергетическое позитронное вакуумное состояние в конечном результате оказываются составляющими СВП, не нарушающими его статистического баланса.

Подобным образом ввиду влияния динамического фактора случайных вакуумных ЭМП происходит редукция волновой функции при детектировании квазичастицы, а фактически кванта ЭМП – фотона.

Таким образом, при детектировании частицы или при измерении некоторого ее показателя ВФ частицы может редуцироваться, переходя в одно из новых более низкоэнергетических состояний. Процесс ее перехода в то или иное состояние ввиду влияния СВП неоднозначен, и имеет вероятностный характер. Именно этот фактор явился причиной утверждения вероятностной трактовки ВФ.

При образовании множества не квантованных составляющих электронного поля с разными частотами осцилляции, последние, интерферируя друг с другом, излучают и поглощают электромагнитные волны. При этом имеет место взаимная конкуренция различных составляющих при воздействии динамического и статистического факторов СВП, в результате чего исходное электронное поле переходит в одно или несколько квантованных стационарных состояний из множества потенциально возможных указанных состояний.

Квантованный волновой пакет может рассматриваться в качестве квази-механического объекта - микрочастицы. Динамические показатели L_i такого объекта при описании уравнением Клейна-Гордона могут быть вычислены с помощью тензорных или операторных выражений вида

$$L_i = \int L_{i0} dv = i \int \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial t} \hat{L}_i \psi dv, \quad (2)$$

где L_{i0} - временная компонента тензора плотности искомого показателя,

\hat{L}_i - оператор искомого показателя,

$\psi, \bar{\psi}$ - основная и сопряженная волновые функции.

Заметим, что выражение (2) позволяет вычислять значения \hat{L}_i через L_{i0} .

Касаясь другого вопроса вероятностной трактовки явлений КТ, отметим, что известные соотношения неопределенностей Гейзенберга описывают погрешности измерений, возникающие вследствие представления волнового пакета микрочастицы в виде квазиточечного объекта.

Динамическая модель электрона объясняет постоянство проекции его спинмомента на произвольное направление. Например, в опыте Штерна-Герлаха спиновая ось атома серебра изначально имеет произвольное направление. Однако под действием СВП его электроны перестраиваются в неоднородном магнитном поле по критерию минимума энергии. При этом оси атомных электронов принимают одно из двух направлений, параллельных градиенту магнитного поля, что расценивается как постоянство проекции спина.

Для объяснения сущности квантовых явлений предлагается использование методов классической теории поля и математической статистики. При рассмотрении уравнений и показателей полей микрочастиц последовательно используется принцип наименьшего действия Лагранжа [3]. При выполнении электродинамических расчетов предлагается использование классического безоператорного рекурсивного интегрального метода (метода функции Грина) [1], применяемого к уравнению Дирака для связанной частицы.

Ввиду использования волновой модели частиц предлагаются некоторые изменения в части математического описания полей микрочастиц и квантовых процессов [5]. Для описания электронов и позитронов и их случайных вакуумных полей предлагается использование известных уравнениям квантовой теории, в частности, уравнения Шредингера и релятивистских уравнений Клейна-Гордона и Дирака, причем для описания релятивистских частиц и античастиц предлагается использование двух отдельных уравнений названных типов.

Указанные релятивистские уравнения относительно точно отражают показатели регулярных вакуумных полей элементарных микрочастиц, и поэтому пригодны как для вычисления вероятности обнаружения различных состояний частиц, так и для вычисления их электромеханических показателей. В то же время нерелятивистское уравнение Шредингера, отражая относительно точно вероятностные характеристики микрообъектов, не точно отображает ряд физических показателей вакуумных полей. Еще менее точно физические показатели квантовых полей отображаются уравнениями Шредингера для системы частиц.

Электронно-позитронные СВП представляются совокупностью всевозможных спектральных решений уравнений Дирака со случайными значениями амплитуды и фазы колебаний. Наблюдаемым же частицам отвечают регулярные положительно-энергетические решения этих уравнений. Полнота набора электронно-позитронных решений предложенных уравнений позволяет отказаться от ряда формальных приемов КЭД, в частности, от использования операторов нормального произведения.

Особое положение занимает микрочастица фотон, для которой известны как квантовое волновое уравнение, так и точные уравнения классической физики – уравнения электромагнитного поля Максвелла.

Волновые уравнения и операторы микрочастиц

Как указывалось ранее, все микрочастицы представляют регулярные осциллирующие вакуумные поля, и могут быть описаны различными ВФ, подчиняющимися определенным волновым уравнениям (ВУ). При этом наиболее универсальным является уравнение Клейна-Гордона (УКГ), которому отвечают волновые функции всех свободных элементарных микрочастиц. Частота осцилляции ВФ свободной частицы $\omega = \varepsilon/\hbar$, где ε - полная энергия частицы.

Уравнение Шредингера (УШ) – простейшее уравнение квантовых полей - пригодно для приближенного описания электрона и сложных частиц, когда можно пренебречь влиянием собственного момента (спина) частицы и релятивистскими эффектами. УШ получается из релятивистского УКГ вычитанием из частоты осцилляции ВФ величины $\omega_0 = mc^2/\hbar$, отвечающей массе покоя частицы. При этом изменяется смысл волновой функции, однако остаются в силе ее фазовые соотношения, описывающие многие наблюдаемые эффекты.

На основании уравнений Шредингера для микрочастиц некоторой системы могут быть получены два уравнения типа УШ, первое из которых описывает систему как новую частицу с массой, равной сумме масс исходных частиц, а второе

определяет вероятность обнаружения произвольного относительного расположения частиц рассматриваемой системы [6]

Релятивистские уравнения КТ - Клейна-Гордона (3) и Дирака (4)

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^{k^2}} + m^2 \psi = 0, k = (1, 2, 3), (3)$$

$$\left(\gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} + m \right) \psi = 0, k = (0, 1, 2, 3) (4)$$

более точно отражают свойства вакуумных полей микрочастиц. Тем не менее, они дают приближенное их описание. Об этом свидетельствует комплексная форма представления волновых функций, и отсутствие геометрического смысла спинорной ВФ. О том же свидетельствует парадокс Клейна, который заключается в свободном прохождении относительно медленного электрона через определенный весьма высокий потенциальный заграждающий барьер [7].

Кроме того имеет место недостаточно корректное использование уравнений указанного вида при описании микрочастиц. Так во многих работах нет правильного понимания роли знака частоты осцилляции волновой функции, который в случае уравнений Клейна-Гордона однозначно указывает на знак заряда частицы (частица – античастица), но не связан со знаком энергии частиц.

С учетом сказанного ранее волновое УКГ может быть формально представлено в виде двух уравнений первого порядка по времени [5]

$$\left(i \frac{\partial}{\partial t} \pm \sqrt{m^2 - \frac{\partial^2}{\partial x_k^2}} \right) \psi = 0, k = (1, 2, 3),$$

которые различаются знаком частоты осцилляции волновой функции, и отвечают частице и античастице. Первый порядок уравнений по времени обеспечивает определение их решений по начальному значению ВФ частицы.

Что касается уравнения Дирака, то ввиду неполноты набора его спектральных составляющих и проблем с получением верного знака заряда и энергии электронно-позитронного дублета, предлагается наряду с известным электронным уравнением Дирака (4) использовать позитронное уравнение подобного типа (5)

$$\left(\gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} - m \right) \psi = 0, (5)$$

которое характеризуется положительным знаком заряда, получаемым при последовательном применении вариационной методики [3, 5]. Применение двух указанных уравнений позволяет дать более естественное и верное описание частиц и античастиц.

При решении некоторых электродинамических задач КТ более удобным оказывается применение спинорного уравнения второго порядка типа УКГ (3), которое, будучи справедливым для каждой компоненты -функции, включает совокупность решений уравнений (4) и (5). В данном случае решение задачи может быть представлено в виде суммы согласованных решений уравнений (4) и (5) с единой частотой осцилляции. Более подробно рассматриваемые уравнения, включая случай взаимодействующих полей, описаны в статье [8].

Вопрос получения волнового уравнения для квазичастиц фотонов рассмотрен в статье [9], где в качестве ВФ фотона предлагается использовать комплексную положительно-частотную часть вектора-потенциала ЭМП. В работе указаны выражения для тензоров и операторов показателей фотона, а также рассмотрен вопрос калибровочной инвариантности его волновой функции.

Сравнение классических волновых уравнений ЭМП и ВУ фотона позволяет понять суть некоторых неточностей ВУ микрочастиц при описании соответствующих регулярных вакуумных полей. А именно, ВУ, точно описывая фазовые показатели реальных полей и их интегральные показатели, не дают точного описания локальных динамических показателей вакуумного поля частицы.

Как указывалось ранее в рассматриваемой интерпретации квантовых явлений важная роль отводится 4-вектору квантового действия поля частицы J , который является аналогом вектора плотности-потока вероятности обнаружения частицы в КМ. В качестве названного вектора предлагается использовать (с точностью до множителя $\pm \hbar/e$) векторы плотности заряда-тока частицы, которые в случае УКГ и уравнений Дирака (4) или (5) имеет следующий вид

$$J_{\text{КГ}}^k = \frac{i\hbar}{2m} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x_k} - \frac{\partial \psi^*}{\partial x_k} \psi \right), (6)$$

$$J_{\text{Дир}}^k = i\hbar \bar{\psi} \gamma^k \psi. (7)$$

Из приведенных формул следуют интегральные выражения для полного квантового действия Q микрочастиц

$$Q_{\text{КГ}} = -\frac{i\hbar}{m} \int \frac{\partial \psi^*}{\partial x_0} \psi dV, Q_{\text{Дир}} = i\hbar \int \bar{\psi} \gamma^0 \psi dV (8)$$

Формулы (8) могут быть использованы для нормировки ВФ ($Q = \hbar$), а также для вычисления операторов \hat{L}_i динамических показателей L_i через компоненты тензоров их плотности L_{i0} при использовании формул (9,10).

$$L_{i(\text{КГ})} = \int L_{i0} dV = \frac{i}{m} \int \frac{\partial \psi^*}{\partial x^0} \hat{L}_i \psi dV, (9)$$

$$L_{i(\text{Дир})} = \int L_{i0} dV = i \int \bar{\psi} \gamma^0 \hat{L}_i \psi dV. (10)$$

Тензоры и операторы динамических показателей, отвечающие УКГ, хорошо известны, и здесь не представляют интереса. Однако тензоры плотности и операторы некоторых динамических показателей электрона Дирака некорректны. Скорректированные показатели, полученные из лагранжиана, выбранного по критерию сохранения спинового и орбитального моментов, и соответствующие им операторы приведены в статье [5]. Ниже приведены выражения для тензоров плотности и операторов спинового и орбитального моментов электрона, отвечающие новому лагранжиану электронного

уравнения Дирака

$$L = -\frac{1}{2} \left(\bar{\psi} \gamma^k \frac{\partial \psi}{\partial x^k} - \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x^k} \gamma^k \psi \right) - mc \bar{\psi} \psi + \frac{i}{2m} \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x^k} \sigma^{kl} \frac{\partial \psi}{\partial x^l}.$$

$$M_{\text{сп}}^{ijk} = \frac{1}{4m} \left(\frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x_k} \sigma^{ij} \psi - \bar{\psi} \sigma^{ij} \frac{\partial \psi}{\partial x_k} \right), \quad \hat{M}_{\text{сп}}^{ij} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{m} \gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} \right) \sigma^{ij},$$

$$M_{\text{орб}}^{ijk} = x^i T^{jk} - x^j T^{ik}, \quad \hat{M}_{\text{орб}}^{ij} = \frac{1}{2m} \left[\left(1 - \frac{1}{m} \gamma^k \frac{\partial}{\partial x^k} \right) \left(x^i \frac{\partial}{\partial x_j} - x^j \frac{\partial}{\partial x_i} \right) \right].$$

Здесь T^{ij} - канонический тензор энергии импульса электронного поля $T_{ij} = \frac{1}{2m} \left(\frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x^i} \frac{\partial \psi}{\partial x^j} + \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial x^j} \frac{\partial \psi}{\partial x^i} \right) - \frac{g_{ij}}{4m} \frac{\partial^2 (\bar{\psi} \psi)}{\partial x^k \partial x_k}$.

Случайные вакуумные поля

Как указывалось ранее нулевые вакуумные состояния в рассматриваемой интерпретации квантовых явлений представляются в виде реальных случайных вакуумных спектрально-однородных волновых полей, прежде всего, ЭМП и ЭПП. Спектральная плотность квантового действия случайных вакуумных полей равна постоянной Планка \hbar , а спектральная плотность модулей электрических зарядов вакуумных электронного и позитронного полей равна элементарному заряду e что может быть записано в виде соотношения

$$\frac{|\Delta Q|(2\pi)^3}{\Delta^3 x \Delta^3 k} = \hbar (e). \quad (11)$$

Наряду с вышеуказанным соотношением СВП характеризуются следующими соотношениями для спектральной плотности энергии и импульса

$$\frac{|\Delta E|(2\pi)^3}{\Delta^3 x \Delta^3 k} = \omega \hbar, \quad \frac{|\Delta P|(2\pi)^3}{\Delta^3 x \Delta^3 k} = k \hbar. \quad (12)$$

На основании указанных формул могут быть определены значения произведений амплитуд компонент ВФ СВП в малой области спектрального пространства $d^3 k$ для произвольной точки 4-пространства $x = x_1 = x_2, e^{ikx} = 0$, либо для двух различных точек 4-пространства x_1 и x_2 , формулы (13-15).

$$d^3 \left(A_i^*(x_2) A^j(x_1) \right) = \frac{\hbar}{2\omega} \delta_i^j e^{ikx} \frac{d^3 k}{(2\pi)^3}, \quad (13)$$

$$d^3 \left(\bar{\psi}^\nu(x_2) \psi_\mu(x_1) \right) = \frac{m}{|\varepsilon|} \beta_\mu^\nu e^{ikx} \frac{d^3 k}{(2\pi)^3}, \quad (14)$$

$$d^3 \left(\bar{\psi}(x_2) \psi(x_1) \right) = \frac{-i\gamma^k p^k \pm m}{2\varepsilon} e^{ikx} \frac{d^3 k}{(2\pi)^3}. \quad (15)$$

Здесь обозначено:

$x = x_1 - x_2$ - времяподобный интервал 4-пространства,

k - волновой 4-вектор спектральной составляющей СВП,

$A_i^*(x_1) A_j(x_2)$ - произведение амплитуд положительно-частотных составляющих 4-вектора-потенциала волнового ЭМП,

$\bar{\psi}_\mu(x_1) \psi^\nu(x_2)$ - произведение компонент ВФ, удовлетворяющей спинорному уравнению Клейна-Гордона,

$\bar{\psi}(x_1) \psi(x_2)$ - произведение биспиноров, отвечающих электронному или позитронному уравнениям Дирака.

Особенность формул (13-15) заключается в том, что они формально представляют спектральные составляющие функций распространения свободных электромагнитного и электронно-позитронного полей между точками x_1 и x_2 при $t_2 > t_1$. Полные же произведения СВП представляют функции распространения соответствующих полей между двумя рассматриваемыми точками. В частности, выражение (13), которое после выполнения интегрирования по полному спектру частот может быть записано в следующей форме

$$A_i(x_2) A^j(x_1) = \delta_i^j \frac{\hbar}{4\pi c} \left(\delta(x^2) + \mathcal{P} \frac{i}{\pi x^2} \right) = \delta_i^j \delta_+(r^2 - (ct)^2) \quad (16)$$

(где $x^2 = c^2 t^2 - r^2, r = |\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|, t = t_2 - t_1, \mathcal{P}$ - символ главного значения), представляет известную в КЭД функцию распространения фотона между точками x_1 и x_2 .

Взаимодействие полей микрочастиц

Поскольку уравнения Шредингера, Клейна-Гордона и Дирака в определенной мере учитывают влияние случайных вакуумных полей, то в случае постоянного или относительно медленно изменяющегося ЭМП производится непосредственное решение указанных уравнений с учетом заданного ЭМП.

В общем случае производится решение системы ВУ ЭМП и ЭПП. При решении задачи рассеяния частиц для определения электронно-позитронной волновой функции удобно воспользоваться интегральным методом вычисления последовательных приближений [3, 5], являющимся основой диаграммной техники Фейнмана [3, 4]. Решение уравнения Дирака при этом представляется в виде суммы бесконечного ряда частных решений разного порядка малости

$$\psi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} [(-ie)^n \int \int \dots \int S(x - x_n) \hat{A}(x_n) S(x_n - x_{n-1}) \dots \dots \hat{A}(x_2) S(x_2 - x_1) \hat{A}(x_1) S(x_1 - x_0) \beta \psi(x_0) d^4 x_n d^4 x_{n-1} \dots d^4 x_1 d^3 x_0], \quad (17)$$

где $\mathcal{S}_{x_n - x_{n+1}}$ - функция распространения свободного дираковского электронного или позитронного поля из точки x_{n-1} в точку x_n ,

$$\hat{A}(x_n) = \gamma^k A_k(x_n).$$

Пространственные интегралы здесь берутся по всей области существования ψ – функций, а временные интегралы вычисляются в пределах от t_0 до значений t_i , образующих последовательность $t_n \geq t_{n-1} \geq \dots \geq t_2 \geq t_1 > t_0$.

Вектор-потенциал A должен включать все окружающие ЭМП, в том числе и составляющие случайных вакуумных электромагнитных полей.

Удобным приемом является вычисление коэффициентов разложения M_k результирующей ВФ по ряду характерных нормированных ВФ, например собственных функций $\psi_k(x)$ некоторого показателя. При этом на основе формулы (17) получается следующее выражение для n -приближения M_k :

$$M_k^n = (-ie)^n \int \dots \int \bar{\psi}_k(x_n) \hat{A}(x_n) S(x_n - x_{n-1}) \dots \hat{A}(x_1) \psi_1(x_1) d^4x_n \dots d^4x_1 \quad (18)$$

Реальный интерес представляют частные решения, отвечающие отдельным составляющим выражения (18), получаемым при включении в каждый из множителей вида $\hat{A}(x_i)$ одной из характерных составляющих ЭМП, таких как внешнее поле, поле ядра, некоторая составляющая СВП и так далее. При этом решения, отвечающие перестановкам множителей вида $\hat{A}_i(x_j)$, суммируются линейно, в то время как отдельные члены M_k^n , отвечающие различным значениям n и различным наборам ЭМП, ввиду отсутствия когерентности случайных ЭМП суммируются статистически, то есть квадратично.

Особую проблему представляет учет ЭМП частиц, заданных слабо локализованными волновыми функциями. Расчетные показатели, отвечающие результатам фейнмановской методики, здесь могут быть получены при использовании в качестве ЭМП составляющих случайных вакуумных полей, результат действия которых отвечает конечным результатам действия собственных ЭМП частиц и классическим законам сохранения показателей наблюдаемых частиц.

Вычисления по формулам (17, 18) могут быть упрощены при использовании ряда известных приемов КЭД. Например, зачастую оказывается удобным представление подынтегральных функций в виде спектральных интегралов. При этом вместо пространственных интегралов появляются множители вида δ -функций, которые упрощают дальнейшее интегрирование. Зачастую возможен также переход к одинаковым верхним пределам интегрирования по времени путем выполнения преобразований, подобных используемым в КЭД.

Изложенные выше приемы в основном эквивалентны фейнмановской диаграммной методике в безоператорной форме. Однако в предложенном варианте вместо не поддающихся осмысливанию полей излученного и поглощенного фотонов $A_{изл}^v = e^v \sqrt{\hbar/(2\omega)} e^{-ikx}$, $A_{погл}^v = e^v \sqrt{\hbar/(2\omega)} e^{+ikx}$ фигурируют отрицательно- и положительно-частотные составляющие вакуумного ЭМП, спектральная амплитуда которых в соответствии с формулой (13) имеет значение

$$|\Delta A| = \sqrt{\hbar \Delta^3 k / (2\omega (2\pi)^3)}.$$

Недостающие на первый взгляд в диаграммной методике множители $\sqrt{\Delta^3 k / (2\pi)^3}$ фактически учитываются в КЭД при выполнении суммирования по состояниям излученных или поглощенных фотонов.

Для пояснения излагаемого материала на рис.2 показаны несколько графов простейших электродинамических процессов. В частности на рис.2а показан один из графов комптоновского рассеяния электрона, где электромагнитная линия $k1$ отвечает внешнему ЭМП, а линия $k2$, трактуемая в КЭД как поле излученного фотона, отвечает положительно-частотной компоненте вакуумного ЭМП.

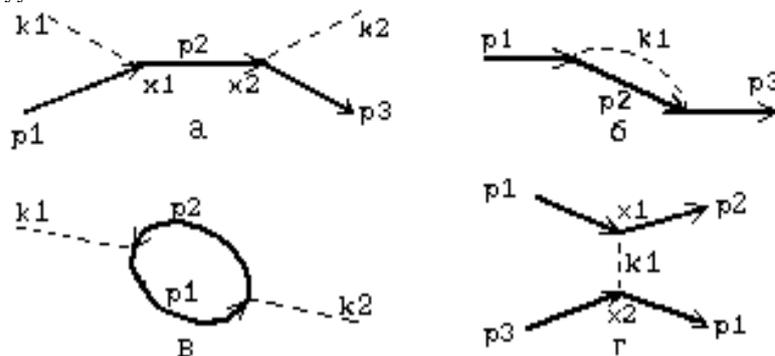


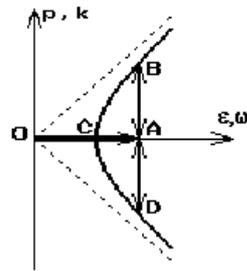
Рис. 2

Значительный интерес представляет случай двукратного или $2n$ -кратного вхождения потенциалов вакуумного ЭМП вида $\hat{A}_k(x_i)$ и $\hat{A}^{*l}(x_j)$ в некоторых вариантах формул (18). В этом случае каждая пара указанных множителей может быть заменена функцией распространения фотона (16) $A_k(x_i) A^{*l}(x_j) = \delta_k^l \delta_+((x_i - x_j)^2)$, при этом матрицы γ^k и γ^l остаются на исходных местах. Не трудно понять, что указанному случаю двукратного учета вакуумного ЭМП в методике Фейнмана отвечает внутренняя электромагнитная линия, описывающая излучение и последующее поглощение виртуального фотона. В частности, при двукратном вхождении в подынтегральное выражение множителей $\hat{A}_k(x_i)$ и $\hat{A}^{*l}(x_{i-1})$ вакуумного ЭМП, разделенных электронным множителем вида $S(x_i - x_{i-1})$, мы имеем дело с собственно-энергетической электронной диаграммой (рис.2б). На рис.2г оказана диаграмма взаимодействия двух электронных пучков, когда во внимание принимаются лишь ЭМ СВП, в то время как кулоновским взаимодействием электронов можно пренебречь ввиду слабой локализации их волновых пакетов.

Наконец, учет вторичных ЭМП, излучаемых вакуумными ЭПП, возбуждаемыми в свою очередь первичными ЭМП (рис. 2в), соответствует в фейнмановской методике фотонным собственно-энергетическим диаграммам. Здесь линия ЭПП с прямым направлением отвечает составляющей виртуального электронного состояния, линия с обратным направлением – составляющей виртуального позитронного состояния, линии же исходных и конечных вакуумных состояний ЭПП здесь

не показаны.

Выше было выдвинуто предположение о квантовании и компенсации самодействия распределенных зарядов частицы, например электрона, в стационарном состоянии вследствие взаимодействия с вакуумными полями. Волновой пакет частицы рассеивается под действием её электрического поля, и в то же время в области локализации частицы накапливаются заряды набегающих составляющих вакуумного ЭПП, в результате чего компенсируются убыль заряда в центре и его накопление на периферии волнового пакета. Спектральная картина взаимодействия свободной частицы с вакуумными полями в приближении первого порядка показана на рис.3.



OA - волновой вектор
наблюдаемой частицы,
BCD - спектр вакуумных
состояний поля,
AB, AD - спектральные состав-
ляющие электрического
поля частицы.

Рис.3

Волновой вектор частицы OA ($p = 0, \varepsilon > \varepsilon_0$) отражает увеличение ее энергии под действием собственного электрического потенциала. Двухнаправленные отрезки AB, AD отвечают спектральным составляющим кулоновского потенциала частицы, обеспечивающим переход зарядов частицы в вакуумное состояние, а также обратный переход зарядов из вакуумного состояния в состояние наблюдаемой частицы.

Из приведенного рисунка при учете равенства зарядов рассматриваемых составляющих наблюдаемого и вакуумных полей величине e , одинакового числа преобразуемых состояний и одинакового характера суммирования спектральных составляющих полей становится очевидным утверждение о балансе переходов зарядов между наблюдаемым и вакуумным полями.

Предложенная интерпретация электродинамических явлений в ряде случаев в корне отличается от общепринятой. Поскольку полученные формулы свидетельствуют об отдельном сохранении электрических зарядов электронного и позитронного полей [5], то в процессе взаимодействия (аннигиляции) электрона и позитрона с рождением гамма квантов заряды исходных полей не могут изменяться. При взаимодействии указанных частиц изменяется лишь их энергетическое состояние, а именно энергия их полей частично принимает отрицательные значения, и исходные частицы переходят в случайные вакуумные состояния, характеризующиеся нулевой суммарной энергией. И, наоборот, при рождении пары наблюдаемых частиц электрон-позитрон первоначальные отрицательно-энергетические состояния СВП переходят в состояние с положительной энергией.

Более полное рассмотрение всех затронутых в настоящей статье вопросов можно видеть в публикации автора [10].

Заключение

1) Возможно квазиклассическое описание квантовых явлений при утверждении чисто волновой природы микрочастиц и рассмотрении нулевых квантовых состояний, как реальных случайных вакуумных полей, а также при некоторой корректировке математического аппарата КТ. При этом сохраняется значительная часть конечных расчетных результатов и достигается осмысливание некоторых ранее формальных процедур.

2) Пока высказаны лишь гипотетические новые базовые положения КТ и получены некоторые предварительные результаты. Для подтверждения их правильности и получения более детальных новых результатов требуется дальнейшая серьезная проработка затронутых вопросов в свете нового видения квантовых явлений.

Литература:

1. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т2. М: "Наука", 1971. С. 105 - 109, 503 – 512.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.3. Квантовая механика. М., "Наука", 1989. — 767 с.
3. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. М., "Наука", 1969. — С. 20-26, 105–109, 166-169, 440-442.
4. Берестецкий В.Б., Лившиц Е.М, Питаевский Л.П. Теоретическая физика. Т. IV, Квантовая электродинамика. М: "Наука", 704 с.
5. Львов О.С. Волновые уравнения квантовой механики. Сборник статей виртуальной конференции ЕНО, апрель 2015. URL: <http://esa-conference.ru/journal/iv-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/>
6. Львов О.С. Волновое уравнение системы микрочастиц НТБ Sciteclibrary URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10642.html>
7. Парадокс Клейна. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Клейна
8. Львов О.С. Об одном варианте симметричного описания электронов и позитронов. НТБ Sciteclibrary. URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10648.html>
9. Львов О.С. Волновая функция фотона в координатном представлении НТБ Sciteclibrary URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10646.html>
10. Львов О.С. Волновая природа микромира. НТБ Sciteclibrary. URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10670.html>

Волновая природа мира и теория относительности

Львов Олег Сергеевич
г. Пенза

Показано, что специальная теория относительности (СТО) может рассматриваться как естественный и удобный способ описания окружающего мира, в котором все материальные явления представляют физические вакуумные поля, описываемые лоренц-инвариантными уравнениями.

На основании некоторых экспериментов предполагается, что СТО характеризуется некоторой некорректностью ввиду отрицания возможности введения системы абсолютного времени и пространства.

Введение

Побудительным фактором создания специальной теории относительности явился неожиданный результат опыта Майкельсона-Морли (1887г), свидетельствующий о постоянстве скорости света в разных инерциальных системах отсчета (ИСО). Эйнштейн первый (1905г) сделал предположение о выполнении нового, указанного им преобразования пространственно-временных координат при переходе в новые ИСО, характеризующегося сохранением скорости света и уравнений электродинамики. Но поскольку в интерферометре Майкельсона наряду со световыми пучками фигурируют другие объекты (например, жесткие плечи интерферометра), Эйнштейн сделал смелое утверждение: в новой ИСО сохраняются не только электродинамические законы, но и все другие известные физические закономерности. Заметим, что упомянутое преобразование координат, ранее указанное Лоренцем и носящее его имя, характеризуется изменением пространственных и временных масштабов, а также сдвигом отсчета времени в пространственных точках, смещенных вдоль направления движения новой ИСО, формула (1).

$$t' = k \left(t - \frac{v}{c^2} x \right), \quad x' = k(x - vt), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad \text{где } k = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}. \quad (1)$$

Здесь величина v - скорость движения новой ИСО. Без потери общности движение новой ИСО предполагается вдоль оси x .

Поскольку уравнения всех известных процессов в новой ИСО остаются в силе, то согласно СТО Эйнштейна мы не можем определить абсолютную скорость движения новой ИСО.

Выдвинув новую теорию, Эйнштейн не обосновал базовые положения СТО, объявив их постулатами, и не объяснил причину сохранения всех физических явлений в новых ИСО, и это обстоятельство до сих пор является поводом для сомнений в справедливости СТО.

Постулаты СТО, декларирующие равноправность всех ИСО и существование предельной скорости движения любых материальных объектов, равной скорости света в вакууме, кажутся странными в рамках классической механики Ньютона. Однако вышеназванные и другие положения СТО выглядят совершенно естественными при представлении всех материальных, в частности механических явлений в виде специфических волновых процессов, то есть при рассмотрении материальных явлений в рамках теории поля.

СТО с большой точностью подтверждается многими экспериментами, на ее основе производится успешный расчет ряда технических устройств, прежде всего ускорителей микрочастиц. На СТО базируются многие другие фундаментальные научные отрасли, и, прежде всего, теория квантовых явлений. И все-таки, по мнению автора, СТО имеет изъяны.

Сущность СТО

В работе [1] уже рассматривались явления микромира, как чисто волновые материальные процессы во всеобъемлющей окружающей среде — физическом вакууме (далее вакуум). Теперь же, базируясь на волновой модели материальных объектов, рассмотрим физические явления, уже в аспекте СТО.

Далее будем исходить из следующего постулата: Известные материальные явления представляют собой физические поля во всеобъемлющей окружающей среде - вакууме, уравнения которых инвариантны относительно лоренцевых преобразований координат.

Сохранение вида фундаментальных уравнений материальных явлений в новой ИСО приводит к формальному сохранению всех свойств окружающего мира и особенностей протекания основных физических процессов. В частности, в новой ИСО сохраняется скорость света, выражаемая в новых единицах длины и времени, и изотропия пространства.

Рассматриваемые явления в случае свободных полей описываются либо классическими волновыми уравнениями математической физики вида

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_k^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{c^2 \partial t^2} = 0, \quad (2)$$

либо квантово-механическими массовыми волновыми уравнениями микрообъектов (уравнения Клейна-Гордона) вида

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_k^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{c^2 \partial t^2} - \mu^2 \varphi = 0. \quad (3)$$

Здесь $k=1, 2, 3$, причем по индексу k подразумевается суммирование, а величины x_1, x_2, x_3 соответствуют декартовым координатам x, y, z . Оба уравнения инвариантны относительно преобразования Лоренца.

Решения уравнения (2) представляют волны, свободно распространяющиеся в пространстве со скоростью света c . Уравнение (3) описывает процессы с саморассеянием волн [2]. Волны распространяются со скоростью света и вместе с тем изотропно рассеиваются в каждой достигнутой точке. При этом характерный интервал рассеяния первичной волны, отвечающий ее двукратному ослаблению, близок к комптоновской длине волны.

Заметим, что наличие единой скорости распространения волн — c для различных полей, видимо свидетельствует об их единой физической природе.

Функция φ может быть многокомпонентной, например это тензор напряженности F_{ik} в случае электромагнитного поля или спинор ψ^k в случае электронного поля. В таких случаях мы можем иметь дело с системой уравнений первого порядка для компонент функций, например с уравнениями Максвелла для напряженностей электромагнитного поля или с уравнениями электронного поля Дирака. Однако каждая отдельная компонента волновой функции по-прежнему подчиняется уравнению второго порядка вида (2) или (3).

При лоренцевых преобразованиях сохраняются также уравнения первого порядка для многокомпонентных волновых функций и, что весьма важно, сохраняется спектральная однородность случайных вакуумных полей, определяющих характер протекания многих квантовых процессов [1].

В случае связанных частиц, уравнения (2, 3) несколько изменяют свой вид [2], оставаясь по-прежнему лоренц-инвариантными. Макроскопические тела представляются в виде совокупности микрообъектов, подчиняющихся уравнениям вида (2) и (3), обобщенным на связанные поля.

Из указанного выше нового постулата и волновых уравнений материальных явлений строго следуют известные постулаты СТО и все кинематические и динамические соотношения специальной теории относительности.

Действительно, первый постулат СТО о равноправии всех ИСО следует из условия лоренц-инвариантности всех уравнений материальных явлений.

Исходя из лоренцева преобразования координат, можно обосновать все кинематические явления, наблюдаемые при переходе в новую ИСО, в частности инвариантность модуля пространственно-временного интервала, сокращение продольных размеров движущихся объектов, замедление хода движущихся часов, закон преобразования скоростей, относительность понятия одновременности в разнесенных точках, а также пресловутый "парадокс близнецов".

Покажем далее справедливость второго постулата о существовании предельной скорости движения всех объектов, равной скорости света в вакууме.

Световая скорость распространения возмущений волновой функции, отвечающей уравнениям (2) и (3), указана выше.

Решения уравнения (3) могут проявляться в виде локализованных волновых пакетов - частиц, скорость перемещения которых может иметь произвольное значение в диапазоне $0 \leq |v| < c$. Последнее соотношение и другие динамические релятивистские соотношения следуют из выражения

$$(\varepsilon/c)^2 = \mu^2 + \mathbf{p}^2, \quad (4)$$

вытекающего из уравнения (3) и связывающего компоненты волнового вектора спектральных составляющих волновой функции $\psi_p = \psi_0 \exp[i(\varepsilon t - \mathbf{p}\mathbf{x})]$. Здесь μ - частота осцилляции волновой функции покоящейся частицы, ε и \mathbf{p} - временная и пространственная части волнового вектора движущейся частицы, совпадающие с точностью до некоторых множителей с массой m , энергией E и импульсом \mathbf{P} частицы. В случае квантованного поля величины $m = \mu\hbar/c$, $E = \varepsilon\hbar$, и $\mathbf{P} = \mathbf{p}\hbar$. На основании формулы (4) они удовлетворяют соотношению

$$E^2 = (mc^2)^2 + (\mathbf{P}c)^2. \quad (4a)$$

Скорость перемещения волнового пакета, равная групповой скорости распространения волн, определяемая из соотношения (4), имеет вид

$$v_{\text{гр}} = \frac{d\varepsilon}{dp} = \frac{c^2 p}{\varepsilon} = \frac{c}{\sqrt{\mu^2/p^2 + 1}}. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что $v_{\text{гр}}$ приближается к скорости света при неограниченном возрастании пространственной частоты p волнового вектора и импульса микрочастицы P . Кроме того, из соотношений (4, 5) вытекают релятивистские выражения, определяющие зависимость компонент волнового вектора, и вместе с тем энергии и импульса микрочастицы от ее скорости:

$$\varepsilon = \mu c / \sqrt{1 - \beta^2} \quad \text{и} \quad p = \mu \beta / \sqrt{1 - \beta^2}, \quad \text{где} \quad \beta = v_{\text{гр}}/c.$$

Приведенные выражения свидетельствуют о неограниченном возрастании энергии и импульса частицы при приближении $v_{\text{гр}}$ к скорости света.

Наконец, из выражения (4a), связывающего энергию частицы с ее массой и импульсом, для состояния покоя частицы $\mathbf{P} = 0$ вытекает знаменитое релятивистское соотношение Эйнштейна $E = mc^2$.

Заметим, что хотя волновые пакеты, отвечающие уравнению (3), неограниченно расплзаются в пространстве, в случае электрически взаимодействующих микрочастиц существуют связанные стационарные состояния, удовлетворяющие некоторым лоренц-инвариантным релятивистским уравнениям.

Поскольку макроскопические материальные объекты зачастую представляют большие ансамбли микрочастиц или тел, движущихся с одинаковыми или близкими скоростями, оказывается удобным использование так называемой лабораторной системы координат, движущейся вместе с изучаемыми объектами относительно исходной базовой системы отсчета. При переходе в лабораторную систему отсчета оказывается естественным лоренцево преобразование координат ввиду сохранения особенностей протекания всех физических процессов. Хотя при этом изменяются координатные масштабы, и может измениться последовательность некоторых событий, такая ситуация не может быть замечена, поскольку все физические закономерности остаются в силе.

Следует отметить, что инвариантность новой и первичной систем отсчета дается ценой серьезного пересмотра континуальных характеристик мира. Помимо изменения пространственных и временных масштабов и нарушения первоначальной временной привязки событий в различных точках пространства мы отказываемся от концепции абсолютного мирового времени и пространства в пользу формального 4-мерного пространственно-временного континуума, в котором оказываются равноправными все пространственные системы координат, движущиеся с постоянной скоростью $v < c$ относительно базовой координатной системы.

Ввиду сохранения первоначального вида всех соотношений для динамических показателей материальных объектов

векторного или тензорного типа в лабораторной системе отсчета вместе с лоренцевым преобразованием пространственно-временных координат выполняется соответствующее преобразование координатных компонент упомянутых показателей. Следует принять во внимание изменение метрической структуры упомянутых объектов, которые теперь должны рассматриваться в качестве векторов и тензоров 4-мерного пространственно-временного континуума. При этом образование нового 4-вектора производится путем объединения трех пространственных компонент исходного вектора с подходящим четвертым показателем объекта, который выбирается таким образом, чтобы преобразование компонент полученного 4-вектора при лоренцевом преобразовании координат (1) отвечало взаимосвязи рассматриваемых величин в нерелятивистской физике. Таким образом, на основе вектора импульса и энергии объекта получается 4-импульс энергии-импульса этого объекта, а на основе вектора плотности электрического тока и плотности заряда - 4-вектор плотности тока-заряда электрического поля.

Из тех же предпосылок производится образование тензоров пространственно-временного континуума. Примером является тензор электромагнитного поля, образуемый на основе компонент векторов напряженности электрического и магнитного полей с учетом уравнений Лоренца

$$F_{ij} = -F_{ji} = \{F_{01}, F_{02}, F_{03}, F_{12}, F_{23}, F_{31}\} = \{E_1, E_2, E_3, H_3, H_1, H_2\}.$$

Не трудно понять, что вследствие сохранения вида фундаментальных уравнений материи (2, 3) и соотношений для всех динамических показателей объектов никакими инструментами, в основе которых лежат процессы, описываемые названными уравнениями, находясь внутри лабораторной системы, невозможно установить ее движение и скорость относительно первичной базовой системы отсчета координат.

Однако было бы не обоснованным утверждать, что абсолютное движение лабораторной системы отсчета не может быть обнаружено никаким способом. Во-первых, нет уверенности, что все физические явления строго инвариантны относительно преобразования Лоренца, а во-вторых, не исключено существование физических явлений с совершенно иными свойствами, которым не присуща лоренцева инвариантность. В частности, к таким процессам относятся гипотетические вакуумные процессы, скорость распространения которых превышает скорость света. Очевидно, что экспериментальное исследование указанных процессов с аномальной скоростью распространения вакуумных волн позволит определить скорость движения лабораторной системы относительно абсолютного пространства.

Не исключено, что движение относительно вакуума может быть зарегистрировано ввиду ограниченности предельного спектра частот нулевых вакуумных колебаний. В движущейся координатной системе нарушается симметрия пространственной диаграммы спектра частот указанных колебаний.

Еще один способ обнаружения движения относительно вакуума заключается в использовании возможного эффекта некоторого увлечения вакуума внутри движущейся экранированной полости. Искомый эффект может быть обнаружен, например, путем измерения скорости света внутри экранированной полости или скорости сигнала в коаксиальном кабеле, которые могут зависеть от скорости движения экспериментального устройства.

Укажем, что выполненные в последние десятилетия эксперименты [3-6] обнаруживают световую изотропию пространства, то есть абсолютное движение Земли и солнечной системы в пространстве.

Результаты некоторых из указанных экспериментов подытожены в статье Р. Кахилла "A New Light-Speed Anisotropy Experiment..." [3] (имеется русский перевод под редакцией А. Чепика [4]). Вот фрагмент аннотации к указанной статье: "Данные нового эксперимента, по измерению анизотропии односторонней скорости ЭМ волн в коаксиальном кабеле..., 420 ± 30 км/сек в направлении ПВ= 5.5 ± 2 часа, скл.= $70 \pm 10^\circ$ S, показывают, что они находятся в превосходном согласии с результатами семи предыдущих экспериментов по анизотропии, особенно Миллера (1925/26 г) и даже Майкельсона и Морли (1887 г)".

Наиболее убедительными из восьми упомянутых в статье экспериментов являются эксперимент Де Витта по многосуточному измерению времени распространения сигнала по коаксиальному кабелю при его регистрации двумя группами атомных часов в начале и конце кабеля, выполненный в компании телекоммуникаций Бельгии, и эксперимент самого Р. Кахилла, выполненный в университете Флиндерс, Аделаида, Австралия.

В экспериментах Де Витта отмечалась суточная и годичная циклическая зависимость времени распространения сигнала, причем малый циклический период времени распространения сигнала соответствовал сидерическим (звездным) суткам, а большой период - орбитальному изменению скорости Земли.

В экспериментах Р. Кахилла с использованием специального одноплечного радиочастотного интерферометра смещение интерференционных полос зависело от направления и геометрии гибкого плеча интерферометра, в котором сигнал в прямом направлении распространялся по волоконному световоду, а в обратном — по коаксиальному кабелю.

Отдельно следует указать на неизвестные Р. Кахиллу эксперименты советского ученого В.В. Демьянова, выполненные еще в 1969-1973гг в Обнинском филиале НИФХ с использованием асимметричного интерферометра типа Майкельсона. В каждом плече интерферометра прямой и обратный световой луч распространялся в прозрачных диэлектрических средах с различным коэффициентом преломления. Смещение интерференционных полос, обусловленное эффектом движения относительно вакуума, уверенно наблюдалось экспериментатором. Однако в силу предвзятого отношения к указанным экспериментам публикацию результатов экспериментов Демьянову удалось сделать лишь в 2009-2010гг [5].

По мнению автора, указанные отклонения от закономерностей СТО в опытах Демьянова связаны с недостаточно точной лоренц-инвариантностью светового пучка, проходящего через прозрачный диэлектрик. В экспериментах же Де Витта и Кахилла обнаружение неоднородности пространства, по-видимому, связано также и с влиянием оболочки коаксиального кабеля, выражающемся в нарушении однородности движения вакуума.

Возможность выделения абсолютной системы отсчета координат, следующая из последних экспериментов, строго говоря, опровергает принятую доктрину наличия мирового 4-пространства. Существует абсолютное пространство и время. СТО же имеет то достоинство, что обеспечивает удобное рассмотрение физических явлений в произвольной лабораторной системе в абсолютном большинстве случаев, пока мы не интересуемся некоторыми "аномальными" физическими явле-

ниями.

Выводы

1. Одинаковое протекание физических процессов, включая электродинамические, в различных ИСО обязано лоренцевой инвариантностью уравнений, описывающих указанные процессы. Для указанных явлений справедливы закономерности СТО.

2. Некоторые эксперименты показывают, что область применения СТО ограничена, поскольку существуют физические процессы, не обладающие лоренцевой инвариантностью. Существуют абсолютное время и пространство, а 4-пространство Минковского является математической формальностью, приемлемой и удобной в "штатных" ситуациях.

3. Требуется постановка новых более совершенных экспериментов для изучения и объяснения явлений, связанных с нарушением закономерностей СТО.

Литература:

1. Львов О.С. Волновая природа микромира и роль случайных вакуумных полей в квантовых процессах. Сборник статей виртуальной конференции ЕНО, июнь 2015. URL: <http://esa-conference.ru/journal/vi-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/>

2. Львов О.С. Волновые уравнения квантовой механики. Сборник статей виртуальной конференции ЕНО, апрель 2015. URL: <http://esa-conference.ru/journal/iv-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/>

3. Cahill R.T. A New Light-Speed Anisotropy Experiment: Absolute Motion and Gravitational Waves Detected. URL: <http://ivanik3.narod.ru/1-oder/TeorPredposylky/0610076Cahill1-PorGrav.pdf>

4. Чепик А.М. Новый эксперимент по анизотропии скорости света: обнаружение абсолютного движения и гравитационных волн. Русский перевод указанной выше статьи Кахилла Р. URL: <http://osh9.narod.ru/gl/cl/Cahill.htm>

5. Демьянов В.В. Интерферометр типа Майкельсона на эффектах первого порядка отношения V/c . URL: http://experimentum-crucis.narod.ru/olderfiles/1/first_order_ru.pdf

УДК 539.1.074.2

Идентификация радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов с помощью ксенонового гамма-спектрометра

Пья Сон Ньен, ассистент;

Грачев Виктор Михайлович, к.ф.-м.н., доцент;

Дмитренко Веселий Василевич, д.ф.-м.н., профессор;

Улин Сергей Евгеньевич, д.ф.-м.н., профессор;

Власик Константин Федорович, к.ф.-м.н., доцент;

Утешев Зияэтдин Мухамедович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник;

Чернышева Ирина Вячеславовна, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник;

Шустов Александр Евгеньевич, ассистент;

Новиков Александр Сергеевич, ассистент;

Петренко Денис Владимирович, лаборант

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В данной работе представлено исследование спектротрические характеристики ксенонового гамма спектрометра, полученные с использованием радиоактивных источников из набора образцовых стандартных спектротрических гамма источников (ОСГИ). Ксеноновым гамма-спектрометром рабочим объемом 0,2 литра проведены измерения реальных образцов РАО. Показано, что КГС имеет хорошие метрологические возможности для идентификации радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов.

Ключевые слова: гамма-спектрометрия, ксеноновый гамма-спектрометр, анализ спектров, гамма-источники, радиоактивные отходы.

Для задач идентификации радионуклидного состава РАО необходимо на базе гамма-спектрометров, обладающих большой чувствительностью и высоким энергетическим разрешением регистрации. Кроме того гамма-спектрометры должны обеспечивать надежное обнаружение, и идентификацию РАО, а также обладать радиационной стойкостью и температурной стабильностью, высокой эксплуатационной надежностью [1, с. 43-50]. Новый тип ксеноновый гамма-спектрометр. Для повышения эффективности паспортизации РАО крайне важно использование новых приборов, в частности - ксеноновых гамма-спектрометров (КГС), которые в полной мере соответствует отмеченному требованию.

В данной статье представлены результаты исследования возможности использования ксенонового гамма-спектрометра с рабочим объемом 0,2 литра, разработанного в Национальном исследовательском ядерном университете МИФИ (НИЯУ МИФИ) [2, с. 3-6] для идентификации радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов.

Ксеноновый гамма-спектрометр (КГС) изготовлен на основе импульсной цилиндрической ионизационной камеры с экранирующей сеткой [3, с. 9-14]. Камера наполнена смесью (рабочее вещество) сжатого ксеноном с добавкой водорода, увеличивающего скорость дрейфа электронов в электрическом поле. Схема спектрометра представлена на рис. 1.

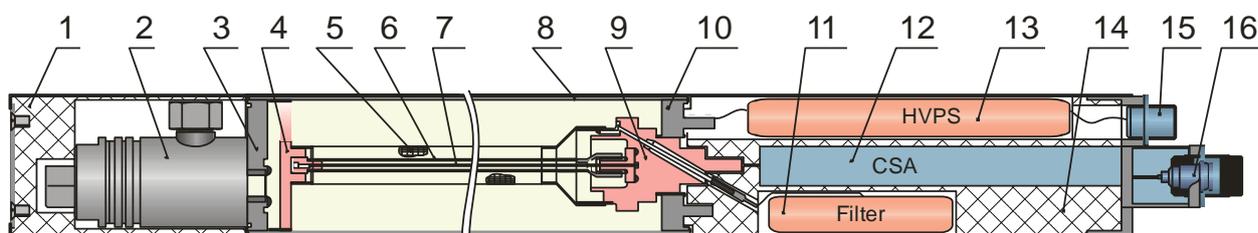


Рис.1. Общая схема ксенонового гамма-спектрометра

1 – тefлоновый изолятор; 2 – газовый вентиль; 3 – фланец; 4 – керамическая опора для сетки; 5 – экранирующая сетка; 6 – анод; 7 – заземленная металлическая нить; 8 – корпус детектора (катод); 9 – керамический гермоввод; 10 – фланец; 11 – высоковольтный фильтр; 12 – зарядочувствительный усилитель (ЗЧУ); 13 – источник высоковольтного питания (ИВП); 14 – тefлоновый изолятор; 15 – низковольтный вход ИВП; 16 – выход ЗЧУ.

Общие характеристики КГС: энергетический диапазон регистрируемых гамма-квантов – 0,02 – 3 МэВ; плотность ксенона – 0,4 г/см³; давление ксенона при 23°С – 50 атм; чувствительный объем – 200 см³; масса – 1 кг; диаметр катода, сетки и анода – 38, 12 и 4 мм, соответственно; толщина стенки детектора – 1,2 мм и габариты – Ø4Ч35см.

Для изучения физико-технических характеристик КГС проведены измерения радиоактивных источников из набора (ОСГИ). Во время измерений гамма-источники устанавливались перпендикулярно от главной оси КГС на расстоянии 20 см.

На рис. 2 представлена зависимость энергетического разрешения КГС от энергии регистрируемых γ -квантов. На рисунке видно, что ксеноновый гамма-детектор обладает высоким энергетическим разрешением, которое составляет 2,3% для энергии гамма-квантов 662 кэВ. Высокое энергетическое разрешение ксенонового гамма-детектора позволяет ему с более высокой точностью определять радионуклидный состав и активность радиоактивных отходов.

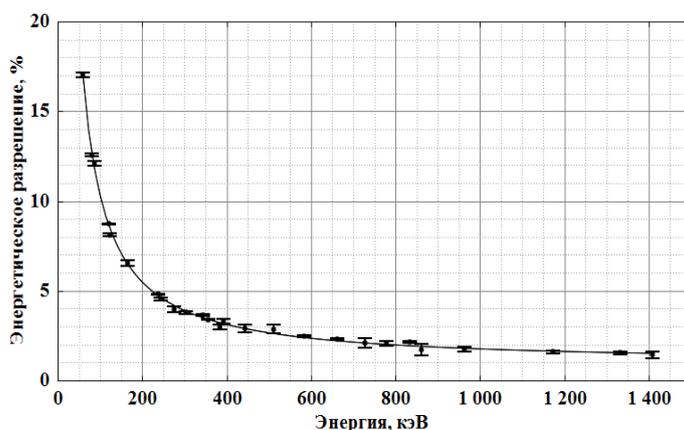


Рис. 2. Зависимость энергетического разрешения от энергии гамма-квантов

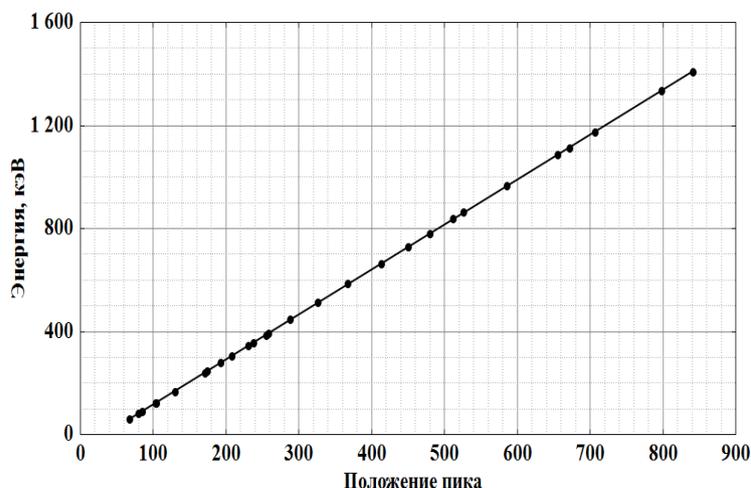


Рис. 3. Зависимость энергии гамма-квантов от положения пика полного поглощения

На рис. 3 приведена измеренная зависимость положения фотопика от энергии гамма-квантов. Отклонение измеренных значений от прямой линии не превышает 1% во всем рассматриваемом энергетическом диапазоне 60 – 1332 кэВ, что КГС обладает хорошую линейность.

Для исследования метрологических возможностей КГС для идентификации радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов были набраны спектры от реальных образцов РАО, которые были представлены и их измерения проводились в ГНЦ РФ ФЭИ им. Лейпунского, Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Всего

было измерено три образца РАО, которые представляли собой три различные пробы из системы сбора радиоактивных отходов предприятия ГНЦ РФ ФЭИ. Каждая проба была помещена в стеклянный флакон.

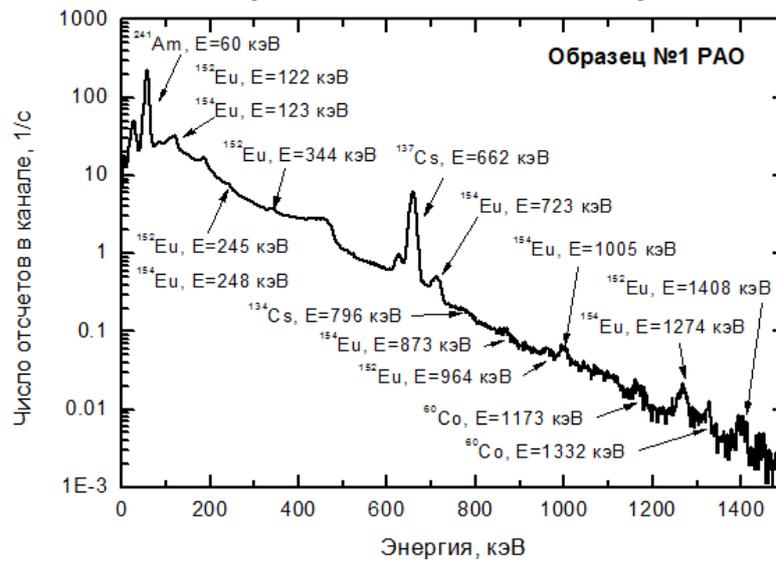


Рис. 4. Спектр гамма-излучения образца №1 РАО

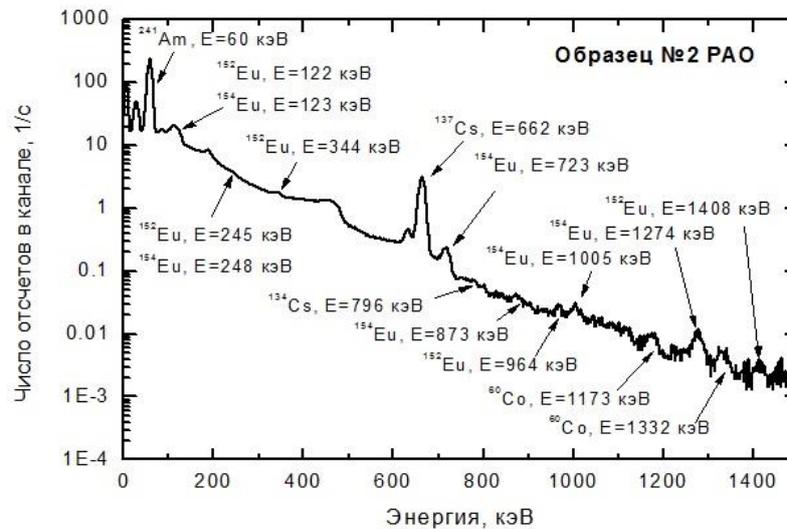


Рис. 5. Спектр гамма-излучения образца №2 РАО

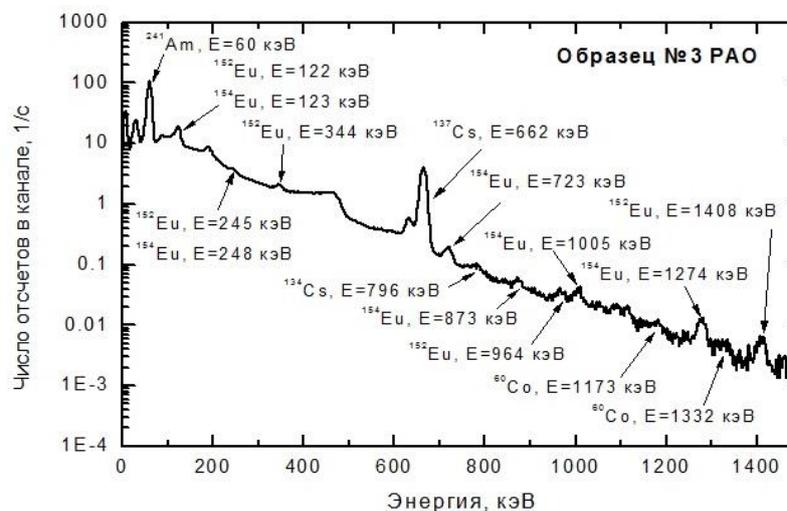


Рис. 6. Спектр гамма-излучения образца №3 РАО

В результате математической обработки гамма-спектров были получены активности обнаруженных в образцах РАО изотопов. Расчетные значения активностей изотопов в образцах №1-№3 РАО представлены в таблице 1.

Таблица 1. Активности изотопов в образцах РАО

Изотоп	Активность, Бк		
	Образец №1 РАО	Образец №2 РАО	Образец №3 РАО
²⁴¹ Am	$(1,09 \pm 0,03) \times 10^7$	$(1,24 \pm 0,04) \times 10^7$	$(5,29 \pm 0,16) \times 10^6$
¹³⁷ Cs	$(5,59 \pm 0,22) \times 10^6$	$(2,85 \pm 0,11) \times 10^6$	$(3,67 \pm 0,15) \times 10^6$
¹⁵² Eu	$(3,11 \pm 0,22) \times 10^5$	$(2,33 \pm 0,16) \times 10^5$	$(2,58 \pm 0,18) \times 10^5$
¹⁵⁴ Eu	$(3,17 \pm 0,25) \times 10^5$	$(2,31 \pm 0,18) \times 10^5$	$(4,04 \pm 0,32) \times 10^5$
⁶⁰ Co	$(3,24 \pm 0,31) \times 10^4$	$(2,83 \pm 0,27) \times 10^4$	$(3,16 \pm 0,31) \times 10^4$
¹³⁴ Cs	$(7,03 \pm 0,71) \times 10^3$	$(4,21 \pm 0,42) \times 10^3$	$(5,03 \pm 0,51) \times 10^3$

Результаты измерения образцов РАО ксеноновым гамма-спектрометром с рабочим объемом 0,2 литра позволяют сделать заключение, что ксеноновый гамма-детектор имеет хорошие метрологические возможности для идентификации радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов.

Проведены исследования КГС с использованием радиоактивных источников из набора ОСГИ и определены его реальные физико-технические характеристики. Энергетическое разрешение ксенонового гамма-детектора составило 2,3% для энергии гамма-квантов 662 кэВ, что в 4 раза лучше, чем энергетическое разрешение сцинтилляционного детектора NaI(Tl). Проведены испытания КГС на реальных образцах РАО по гамма-излучению радионуклидов и представлены результаты измерения. Сделано заключение, что КГС имеет хорошие метрологические возможности для идентификации радиоактивных отходов по гамма-излучению радионуклидов.

Литература:

1. С.Е. Улин, В.В. Дмитренко, В.М. Грачев и др., «Гамма-спектрометры на сжатом ксеноне для обнаружения и идентификации радиоактивных и делящихся материалов», Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ, Т. 114. № 1, 2010, с. 43-50.
2. К.Ф. Власик, В.М. Грачев и др., «Регистрация нейтронов и гамма-квантов ксеноновой ионизационной импульсной камерой», Приборы и техника эксперимента, №4, 1999, с. 3-6.
3. С.Н. Пья, В.М. Грачев и др., «Моделирование ксенонового гамма-спектрометра для анализа радиоактивных материалов», Краткие сообщения по физике ФИАН, №9, 2012, с. 9-14.

Интерференционная адаптация у голубей (на примере *Columba livia*)

Сиделов Дмитрий Ильич, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Баширова Юлия Николаевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель
 Оренбургский государственный педагогический университет

Особенности сизой окраски голубей (*Columba livia*): перелив и зависимость от угла зрения указывают на интерференционный характер происхождения цвета у особей данного вида. Заметим, что в случае пигментного происхождения цвета окрас не зависел бы от угла наблюдения.

Известно, что цвет определяется длиной электромагнитной волны (ЭМВ) отраженного от предметов света. Человек может различать свет в диапазоне длин волн от 400 нм (фиолетовый цвет) до 760 нм (красный цвет). Наилучшая спектральная чувствительность для нормального человеческого глаза находится в районе 555 нм, что соответствует желто-зеленой области спектра электромагнитного излучения. Также отметим, что именно на эту область спектра приходится максимум излучения Солнца после прохождения атмосферы Земли, выступающей в данном случае в качестве фильтра коротковолнового излучения (вследствие молекулярного рассеяния в верхних слоях атмосферы).

Рассмотрим основные выводы из теории интерференции в тонких пленках. При отражении ЭМВ от верхней и нижней сторон тонкой пленки может выполняться требование временной когерентности, и две полученные волны будут интерферировать с образованием максимумов и

минимумов, соответствующих условиям:

- если в разность хода волн Δ укладывается четное число полуволн — волны отражаются синфазно и наблюдается максимум;
- если в разность хода волн Δ укладывается нечетное число полуволн — волны отражаются противофазно и наблюдается минимум.

Обычный белый солнечный свет не является монохроматическим и состоит из множества длин волн. Благодаря интерференции в тонких пленках происходит селекция волны длиной, определяемой соотношением:

$$\Delta = 2 \cdot d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \lambda/2;$$

$$\Delta = \lambda \cdot z, \text{ где } z \in \mathbb{Z}.$$

В этих выражениях: d — толщина пленки, α — угол падения волны на поверхность пленки, λ — длина волны падающего излучения, n — показатель преломления вещества пленки, z — порядок интерференционного максимума (для тонких наноразмерных пленок $z = 0$). В частном случае при нормальном падении волны на тонкую пленку получаем условие усиления отраженной волны: $\lambda = 4 \cdot d \cdot n$.

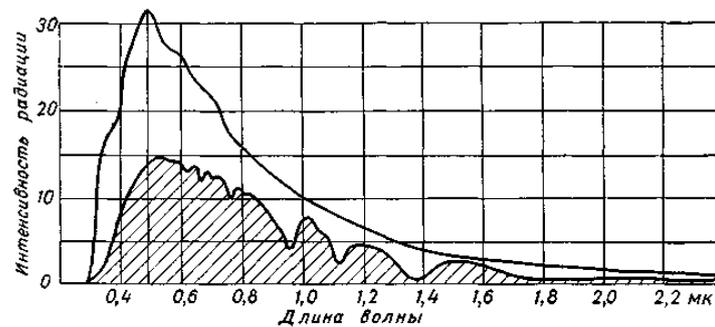


Рис. 1. Спектр излучения Солнца (заштрихованная часть графика соответствует интенсивности солнечного излучения после прохождения атмосферы) [по данным сайта <http://pandia.org/text/78/314/11648.php>]

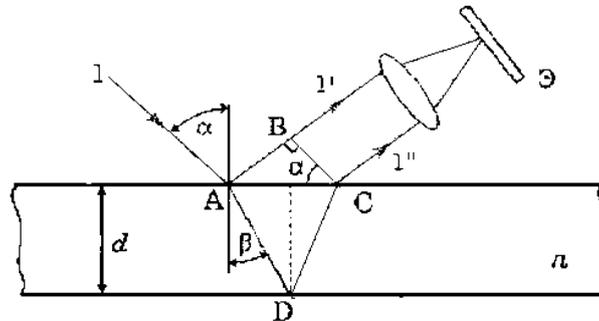


Рис. 2. Интерференция в тонкой пленке вещества

В случае, когда под тонкой пленкой содержится прозрачный слой оптически более плотного вещества, предыдущее выражение будет описывать ослабление отраженной волны, поскольку потери половины длины волны будут происходить при отражении на обеих поверхностях, и потому их можно не учитывать в результирующей разности хода. Показатель преломления пленки подбирают исходя из условия одинаковых интенсивностей отраженных волн, что приводит к выражению: $n = \sqrt{n_a \cdot n_l}$, где n_a — показатель преломления воздуха, n_l — показатель преломления линзы. Такой вариант двулучевой интерференции может происходить в случае просветления оптики и использоваться в объективах сложных оптических систем, а также в обычных очковых линзах.

В случае интерференционной окраски голубей *Columba livia* их цвет может иметь несколько объяснений, связанный как с условиями обитания вида в целом, так и с особенностями конкретного представителя семейства. Особое значение в первом контексте имеют адаптационные механизмы эволюции вида. Поскольку отраженные от перьев птиц солнечные лучи имеют сизоватый оттенок — это означает, что в спектре отраженного света отсутствует желто-зеленая часть, на которую приходится основная доля энергии излучения Солнца и отражаются фиолетовая и красная части спектра. Своеобразное селективное отражение способствует прохождению под перья и удержанию там световой энергии желто-зеленой области спектра излучения Солнца, а это гарантирует выживание голубей в холодное время года, поскольку с такими перьями птицам легче аккумулировать солнечную энергию.

При наблюдении птиц в городских условиях было выявлено большое разнообразие отклонений в окраске от стандартного сизого оперения (появление участков белого, черного, фиолетового цветов), по сравнению с птицами,

обитающими в дикой природе. Это свидетельствует о высоком уровне полиморфизма признака окраски.

Интерференционная адаптация голубей *Columba livia* стала возможной благодаря особому строению перьев этих птиц. Структура этих перьев напоминает многослойную конструкцию с толщиной слоев сравнимой по величине с длиной волны падающего излучения. Слои в оперении птиц образуются комбинацией пигмента меланина, белка кератина и воздуха [2]. При отражении от многослойной конструкции происходит существенное ослабление длин волн порядка $\lambda = 555$ нм в отраженном свете за счет многолучевой интерференции, причем эффект селективного отражения слабо зависит от угла падения лучей. Кроме этого каждый слой может отражать от себя определенную длину волны, что способствует обогащению спектра отраженного излучения. Интерференционная оптика многослойных структур присуща не только птицам, но и бабочкам, жукам и т.д. Все многообразие цветов этих насекомых может быть объяснено селективным отражением от многослойных конструкций.

Предположительно именно антропогенное влияние вносит коррективы и более высокая температура воздуха в пределах города в холодное время года снижает необходимость аккумулировать большое количество солнечной энергии. На первый план выходит адаптация по другим признакам, например, птицы с черным оттенком в окрасе оперения лучше гнездятся в условиях высокой плотности популяции, а это напрямую связано с выживаемостью вида. Представители вида *Columba livia* с черным оттенком окраса немного меньше размером, по сравнению с представителями сизой окраски, что также является адаптационным признаком для особей данного вида.

Таким образом, многослойная структура оперения *Columba livia* помогает адаптироваться к изменяющимся условиям обитания.

Литература:

1. Ландсберг Г.С. Оптика. Изд. 5-е. — М.: Наука. — 1976. — 928 с.
2. Кричевский Г.Е. Структурная окраска. // Химия и жизнь — XXI век, № 11, 2010, с. 13–15.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сравнительная оценка качества компактных теней для век

Амбарцумян Лора Исаковна, кандидат технических наук, доцент;
Филимонова Лилия Ивановна, кандидат технических наук, доцент
Краснодарский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

Каждая женщина знает, что грамотно наложенные тени для век придают выразительность и загадочность ее взгляду, неотразимость, создавая новый и необычный образ. С другой стороны, модные тенденции в сторону естественности и натуральности привели к снижению востребованности декоративной косметики. Для поддержания спроса на декоративную косметику многие производители стали выпускать продукцию с дополнительно ухаживающими свойствами, которые более востребованы женщинами.

Простота технологического процесса производства косметических теней и их высокая стоимость способствуют их фальсификации производителями с целью снижения себестоимости. В связи с этим актуальной остается вопрос качества косметических теней, реализуемых в розничной торговой сети [5, с.56].

Целью исследований являлась сравнительная оценка качества декоративной косметики для лица (тени для век) зарубежных производителей.

Для сравнительной оценки качества теней для век в розничной торговой сети г. Краснодара были закуплены 6 следующих образцов:

Образец 1 – тени для век «Merilin» производитель «Элегант Смарт Лимитед», КНР. Годен до 10.2015 г. Цена за одну единицу – 35 рублей.

Образец 2 – тени для век «MAYBELLINE NEW YORK» производитель «Лореаль Сайпо С.П.А.», Италия. Годен до 01.11.15 г. Цена за одну единицу – 290 рублей.

Образец 3 – тени для век «French Science» производитель «P.P.H.COSMETICS», Польша. Состав и технология разработаны компанией Sun Chemical Corporation USA. Годен до 05.2015г. Цена за одну единицу – 100 рублей.

Образец 4 – тени для век «STILL», производитель не указан. Годен до 30.06.15 г. Цена за одну единицу – 125 рублей.

Образец 5 – тени для век «Mary Kay» производитель «Mary Kay Incorporation», США. Годен до 10.16 г. Цена за одну единицу – 280 рублей.

Образец 6 – тени для век «L'OREAL PARIS» производитель «Лореаль Сайпо С.П.А.», Италия. Цена за одну единицу – 340 рублей. Годен до 01.09.15 г.

Выбранные для исследования образцы теней для век относятся к компактным изделиям, но имеют различную ценовую категорию и отличаются конструктивным решением упаковок.

Для проведения сравнительной оценки качества выбранных образцов были изучены их маркировка, упаковка, органолептические, физико-химические, микробиологические и потребительские показатели по стандартным методикам [6, с.116; 2, с.126].

При оценке качества упаковки изучаемых образцов теней для век обращалось внимание на вид упаковки, конструктивное исполнение и дизайн, которые оценены экс-

пертным методом по 5-ти бальной шкале.

Оценка дизайна упаковки показала, что образцы «Merilin», «MAYBELLINE NEW YORK» и «L'OREAL PARIS» имеют оригинальный дизайн (5 баллов). Конструктивное исполнение упаковки «Mary Kay» со съемной емкостью теней для век, позволяющей собрать собственную палитру любимых оттенков в предназначенный для них футляр, оценена в 5 баллов, упаковка «Merilin» с двухступенчатой выдвижной системой также оценена в 5 баллов. У образца 3, «French Science» и образца 4, «STILL», оценка дизайна и конструктивного исполнения на 2-3 балла ниже.

Таким образом, анализ упаковки позволил выявить лидера теней для век: образец 1 «Merilin», который набрал максимальное количество баллов – 10 баллов. На втором месте оказались 3 образца: образец 2, «MAYBELLINE NEW YORK», образец 5, «Mary Kay» и образец 6, «L'OREAL PARIS», имеющие оценку 9 баллов. Образец 4, «STILL» и образец 3, «French Science», уступают им по дизайну и по конструктивному исполнению и находятся на третьем месте, оценка – 7 баллов из 10.

Анализ маркировки показал, что почти все образцы имеют высокий процент представленной потребительской информации. Среди них лидером является образец 3, «French Science», полнота представленной информации которого составила 100%. На последнем месте находится образец 4. «STILL», в маркировке которого не указаны такие важные реквизиты, как наименование изготовителя, его местонахождение и информация о сертификации.

Оценка органолептических показателей выявила их соответствие требованиям ГОСТ 31698-2013 «Продукция косметическая порошкообразная и компактная. Общие технические условия»: внешний вид шести исследуемых образцов представляет однородную спрессованную компактную массу без посторонних включений, цвет различных образцов, запах неодинаковый, присутствуют приятные ванильные, пряные, морские ноты [3, с.5].

Из физико-химических показателей качества были исследованы массовая доля воды и летучих веществ, величина водородного показателя pH и степень компактности (таблица 1).

Результаты исследования (таблица 1) показали, что массовая доля воды и летучих веществ у всех исследуемых образцов находится в пределах нормы.

Не менее важным физико-химическим показателем является уровень pH. Любое косметическое средство должно поддерживать оптимальный уровень pH кожи - 5,5 – 6,5. Для декоративной косметики допускается широкий диапазон водородного показателя – от 5,5 до 10,0. Из результатов исследования pH в изучаемых образцах видно, что уровень pH во всех образцах в пределах 8, что соответствует нормам стандарта. Такое стабильное значение

водородного показателя рН во всех образцах достигается за счет содержания в составе боросиликата – буферной системы, которая служит для нормализации кислотно-щелочного баланса.

Степень компактности теней для век обеспечивается правильной пропорцией связующих компонентов – крахмал, декстрин, трагакант (засохший измельченный сок растений из рода астрагалов) и их равномерное распределение, что делает тени плотными, но не твердыми.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества теней для век

Наименование образцов	Массовая доля воды и летучих веществ в %		Величина водородного показателя, рН		Степень компактности	
	Норма по ГОСТ 31698-2013	Фактические характеристики	Норма по ГОСТ 31698-2013	Фактические характеристики	Норма по ГОСТ 31698-2013	Фактические характеристики
1	2	3	4	5	6	7
1. «Merilin»	Не более 7,0	1,96	5,5 – 10,0	8,13	Выдерживает испытание	Выдерживает испытание
2. «MAYBELLINE NEW YORK»		1,92		8,08		Выдерживает испытание
3. «French Science»		2,04		8,09		Выдерживает испытание
4. «STILL»		1,96		8,08		Выдерживает испытание
5. «Mary Kay»		1,96		8,06		Выдерживает испытание
6. «L'OREAL PARIS»		3,92		8,10		Выдерживает испытание

Поскольку тени для век применяют в непосредственной близости от глаз, они должны быть безупречны с микробиологической точки зрения. Согласно ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» тени для век оцениваются по токсикологическим, клиническим и микробиологическим показателям (СанПин, утвержденный Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 13.08.2008 N 130-А "Гигиенические требования к безопасности парфюмерно-косметической продукции, ее производству и реализации"). Результаты микробиологических исследований представлены в таблице 2.

Анализ результатов показал, что не все образцы соответствуют микробиологическим требованиям. Общая обсемененность бактериями образца 1, «Merilin», и образца

Результаты по исследованию степени компактности, обеспечивающей целостность теней для век при падениях и ударах, показали их соответствие требованиям стандарта.

Таким образом, по физико-химическим показателям все образцы соответствуют ГОСТ 31698-2013 «Продукция косметическая порошкообразная и компактная. Общие технические условия».

4, «STILL», превышает допустимые нормы – $1,5 \cdot 10^2$ КОЕ/г и $3,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г соответственно, в этих образцах были обнаружены также *Candida*, что является небезопасным.

Таким образом, микробиологические исследования выявили, что все образцы, за исключением образца 1, «Merilin» и образца 4, «STILL», по микробиологическим показателям соответствуют гигиеническим требованиям к безопасности парфюмерно-косметической продукции.

Таким образом, микробиологические исследования выявили, что все образцы, за исключением образца 1, «Merilin» и образца 4, «STILL», по микробиологическим показателям соответствуют гигиеническим требованиям к безопасности парфюмерно-косметической продукции.

Таблица 2. Микробиологические показатели безопасности теней для век

Наименование образцов	Требования СанПин				
	КМАФАнМ КОЕ/г	<i>Candida albicans</i>	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	Не более 10^2 , КОЕ/г (мл)	Не допускается в 0,5 г или 0,5 мл	Не допускается в 0,5 г или 0,5 мл	Не допускается в 0,5 г или 0,5 мл	Не допускается в 0,5 г или 0,5 мл
1	2	3	4	5	6
1. «Merilin»	$1,5 \cdot 10^2$	4	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
2. «MAYBELLINE NEW YORK»	$0,4 \cdot 10^2$	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
3. «French Science»	$0,6 \cdot 10^2$	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
4. «STILL»	$3,0 \cdot 10^2$	5	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
5. «Mary Kay»	$0,25 \cdot 10^2$	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
6. «L'OREAL PARIS»	$0,3 \cdot 10^2$	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Потребительские свойства теней для век проявляются непосредственно в процессе эксплуатации и в совокупности с другими показателями обуславливают их качество и потребительскую стоимость.

В ходе испытаний оценивались такие потребительские показатели, как сохранность пигмента, кроющая способность, а также кожно-раздражающее и сенсибилизирующее

Таблица 3. Сохранность пигмента и кроющая способность теней для век

Наименование образца	Сохранность пигмента, ч.	Кроющая способность
«Merilin»	5	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное
«MAYBELLINE NEW YORK»	6	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное
«French Science»	4	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное
«STILL»	4,5	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное
«Mary Kay»	7	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное
«L'OREAL PARIS»	7	Покрытие ровное, не осыпающееся, однородное

Результаты испытаний выявили, что сохранность пигмента шести образцов колеблется в пределах 4-7 часов, а кроющая способность образцов хорошая, обеспечивается ровное, однородное, не осыпающееся покрытие.

Образец 1, «Merilin», образец 3, «French Science» и образец 4, «STILL» имеют примерно одинаковое время сохранности пигмента от 4 до 5 часов и хорошую кроющую способность.

У образца 2, «MAYBELLINE NEW YORK», образца 5, «Mary Kay» и образца 6, «L'OREAL PARIS» стойкость теней для век выше – от 6 до 7 часов.

Такой разброс времени является существенным для потребителей, так как основная цель декоративной косметики - это украшение на протяжении всего дня за счет длительного сохранения теней на глазах.

Исследуемые образцы теней для век проверяли на кожно-раздражающее и сенсибилизирующее действие согласно Техническому регламенту Таможенного союза 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции».

Результаты исследований показали, что образцы 1 и 3 вызвали легкое покраснение у двух пробантов из 6. Покраснение кожи в образце 3, «French Science», мог вызвать такой краситель как сквален, он является натуральным веществом, содержащийся в растительных маслах и печени акулы, но при индивидуальной непереносимости может вызвать аллергическую реакцию.

У пробантов не было отмечено сенсибилизирующего действия при испытании всех образцов.

Таким образом, по кожно-раздражающему и сенсибилизирующему действию образец 2, «MAYBELLINE NEW YORK», образец 4, «STILL», образец 5, «Mary Kay» и образец 6, «L'OREAL PARIS», являются безопасными, а образец 1, «Merilin» и образец 3, «French Science», могут вызвать легкое покраснение чувствительной кожи век.

Сравнительная оценка всех показателей качества шести образцов компактных теней для век, полученных в результате проведенных исследований, позволила дать следующую градацию их качества.

1. Образец 5, «Mary Kay» (производитель «Mary Kay Incorporation», США), является лидером по качеству. Производитель обеспечил высокую информативность маркировки, хороший дизайн и эргономичность упаковки, высокий уровень потребительских, органолептических, физико-химических и микробиологических показателей, отсутствие кожно-раздражающего и сенсибилизирующего действия.

шее действие, которые относятся к показателям безопасности. В опыте участвовали 6 пробантов – студентки, регулярно пользующиеся декоративной косметикой, Краснодарского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова.

В таблице 3 представлены данные о сохранности пигмента и кроющей способности теней для век

Цена за одну единицу – 280 рублей.

2. Образец 6, «L'OREAL PARIS» (производитель «Лореаль Сайпо С.П.А.», Италия), находится на втором месте, так как уступает образцу 5 «Mary Kay Incorporation», США по физико-химическому показателю - массовая доля воды и летучих веществ, микробиологическому показателю - КМАФАнМ. Дизайн и эргономичность упаковки, информативность маркировки - хорошие. Цена за одну единицу – 340 рублей.

3. Третье место занимает образец 2, «MAYBELLINE NEW YORK» (производитель «Лореаль Сайпо С.П.А.», Италия), который имеет хорошую информативность маркировки, дизайн и эргономичность упаковки, но более низкий уровень сохранности пигмента и обсемененности микроорганизмами. Производитель обеспечил хорошие органолептические и физико-химические показатели. Цена за одну единицу – 290 рублей.

4. На четвертом месте находится образец 3, «French Science» (производитель «P.P.H.COSMETICS», Польша), который уступает первым трем образцам по дизайну и эргономичности упаковки, по потребительским показателям (сохранность пигмента на веках и кожно-раздражающее действие) и по показателю КМАФАнМ почти в 2 раза. Органолептические и физико-химические показатели – хорошие. Цена за одну единицу – 100 рублей.

5. Образец 1, «Merilin» (производитель «Эlegant Смарт Лимитед», КНР), занимает пятое место. У него хорошая информативность маркировки, отличный дизайн и эргономичность упаковки, хорошие органолептические и физико-химические показатели, но сохранность пигмента на веках ниже, чем у лидеров. В результате исследования было выявлено кожно-раздражающее действие, высокое количество микроорганизмов, что недопустимо по требованиям НД. Цена за одну единицу – 35 рублей.

6. Шестое место занимает образец 4, «STILL» (производитель не указан), который имеет самую низкую информативность маркировки, непривлекательный дизайн и плохую сохранность пигмента на веках. Кроме того, в данном образце обнаружена высокая обсемененность микроорганизмами, что не соответствует требованиям НД и небезопасно для здоровья потребителей. Цена за одну единицу – 125 рублей.

Сравнительная оценка качества исследуемых образцов позволила сделать следующие выводы:

- Первые 3 позиции по качеству занимают компактные

тени для век компаний «Mary Kay Incorporation», США, и «Лореаль Сайпо С.П.А.», Италия, имеющие высокую стоимость (280-340 рублей) за счет применения производителями высокотехнологических линий производства и качественного сырья;

- Производители «P.P.H.COSMETICS», Польша и

Литература:

1. СанПин, утвержденный Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 13.08.2008 N 130-А "Гигиенические требования к безопасности парфюмерно-косметической продукции, ее производству и реализации".
2. ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции». – Утв. 23.09.2011 – М.: Стандартинформ, 2011. – 255 с.
3. ГОСТ 31698-2013 «Продукция косметическая порошкообразная и компактная. Общие технические условия». – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.
4. ГОСТ 32117-2013 «Продукция парфюмерно-косметическая. Информация для потребителя. Общие требования». – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.
5. Николаева М.А. Товарная экспертиза. М.: Юрайт – Издат., 2013, – 320 с.
6. Райкова, Е. Ю. Теоретические основы товароведения и экспертизы: учебник: гриф УМО / Е. Ю. Райкова. – М.: Дашков и К', 2012. – 411 с.

Информационная экспертиза непродовольственных товаров

Филимонова Лилия Ивановна, кандидат технических наук, доцент;
Амбарцумян Лора Исаковна, кандидат технических наук, доцент
Краснодарский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

Оценочная работа товароведом с товаром начинается с проведения информационной экспертизы, то есть проверки требований к маркировке на соответствие нормативным документам, в том числе и требованиям закона о защите прав потребителей.

Покупатель, после визуального выбора товара, обращает внимание на его маркировочную информацию с целью определения достаточности его потребительских свойств для удовлетворения личных потребностей. Поэтому невыполнение со стороны определенных производителей основных требований закона «О защите прав потребителей» к информации о товаре, а также требований «Три-Д» о достоверности, доступности и достаточности информации, может привести к снижению конкурентоспособности их товаров.

Товарная информация имеет разное назначение. Она может быть основополагающей, коммерческой и потребительской. В данной работе будет проведен анализ основополагающей информации, которая для пользователей бывает словесная, цифровая, штриховая и др. От того, насколько она качественная, зависит скорость продвижения товаров от производителя к потребителю, интенсивность продаж, повышение конкурентоспособности товара.

Одним из средств товарной информации является производственная маркировка, которая наносится на этикетки, бирки, контрольные ленты, ярлыки, клейма, штампы, а также на упаковку некоторых товаров.

В условиях рыночных отношений, когда каждый изготовитель, будь то индивидуальный предприниматель или общество с ограниченной ответственностью и т.п., несёт сам ответственность за качество продукции, роль маркировки возросла. Только при наличии достаточных сведений о товаре продавец и покупатель могут выявить потребительские свойства товара и установить правильную цену. Качественная маркировка способствует предотвращению попадания фальсифицированных изделий на рынок.

Маркировка служит для идентификации товара или

«Элегант Смарт Лимитед», КНР, при цене продукции до 100 рублей не смогли обеспечить достаточный уровень их качества.

- Образец 4, «STILL», является скорее всего фальсифицированной продукцией и должен быть изъят из продажи.

отдельных его свойств, а также качественных и количественных характеристик товара.

В данной статье проведен анализ маркировки товаров различных групп непродовольственных товаров на соответствие требованиям нормативных документов. Была исследована маркировка косметических товаров (мыло, шампунь, крем после бритья), тканей, штучных текстильных изделий, чулочно-носочных и швейных изделий.

С вступлением в силу Технического регламента таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» с 1 июля 2012г (ТР ТС 009/2011) основные требования к маркировке косметической продукции регламентируются СТБ 1555-2005 «Продукция парфюмерно-косметическая. Информация для потребителя» и СТ РК 1076-2002 «Продукция парфюмерно-косметическая. Информация для потребителя. Общие требования». ГОСТ Р 51391-99 «Продукция парфюмерно-косметическая. Информация для потребителя» отменен с 01.07.2014. Остаются действующими требования межгосударственных и российских стандартов на маркировку конкретных видов парфюмерно-косметических товаров по ГОСТ 28303-89 «Изделия косметические. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение». Сведения, приведённые в списке требований к маркировке, являются обязательными и указаны в законе «О защите прав потребителей».

В работе была проведена идентификация маркировки четырёх фирм-изготовителей хозяйственного мыла: ОАО «Жировой комбинат» г. Саратов, АО «Аист» и ОАО «Невская косметика» г. Санкт-Петербург, и ООО «Украинские промышленные ресурсы» г. Донецк. Были исследованы одиннадцать образцов мыла двух стран-изготовителей: России и Украины. Анализ маркировки хозяйственного мыла показал, что требования к маркировке выполняются всеми производителями полностью.

Оценка маркировки восьми образцов туалетного мыла трёх стран-изготовителей России, Украины и Турции пока-

зала, что фирмы-изготовители России и Украины не нарушают требования стандарта. Фирмы-изготовители из Турции предлагают информацию не на языке страны, где реализуется данный товар.

В работе также были исследованы информативность маркировки следующих шести образцов шампуней разных производителей:

Образец 1 - шампунь «Чистая линия», ОАО Концерн «Калина», Россия.

Образец 2 - шампунь «GARNIER FRUCTIS MEN», ЗАО «Л, Орeаль», Калужская область, Россия.

Образцы 3, 4, 5 – шампуни «SYOSS», «NIVEA», «GLISS KUR», ЗАО «МЕЗОПЛАСТ», Россия, г. Москва.

Образца 6 - шампунь «SHAMTU VOLUVE PLUS», ООО «Капелла», Россия, под контролем ООО «Проктер энд Гэмбл».

Результаты оценки информативности их маркировки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка маркировки шампуней на соответствие требованиям НД

Реквизиты маркировки	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
1. Наименование и назначение изделия	+	+	+	+	+	+
2. Наименование, местонахождение (юридический адрес) изготовителя	+	+	+	+	+	+
3. Товарный знак изготовителя (при наличии)	+	+	+	+	+	+
4. Объём	+	+	+	+	+	+
5. Состав изделия	+	+	+	+	+	+
6. Условия хранения	-	-	-	-	-	-
7. Срок годности, дата изготовления	+/-	+/-	+	+/-	+/-	+
8. Обозначение нормативного или технического документа (для товаров отечественного производства)	+	+	+	+	+	+
9. Информация об обязательной сертификации	+	+	+	+	+	+
10. Информация об эффективном применении и предостережении	+/-	+	+/-	+/-	+/-	+
% отклонений	30,0	20,0	20,0	30,0	30,0	10,0

«+» - соответствует требованиям НД.

«-» - не соответствует требованиям НД.

«+/-» - соответствует частично требованиям НД.

Анализ информативности маркировки (таблицы 1) показал, что все образцы исследуемых шампуней имели отклонения от требований маркировки.

Наименьший процент отклонений был обнаружен у образца 6 - шампунь «SHAMTU VOLUVE PLUS», ООО «Капелла», Россия, под контролем ООО «Проктер энд Гэмбл». В маркировке не указаны условия хранения. Более высокий процент отклонений в маркировке шампуней «GARNIER FRUCTIS MEN», ЗАО «Л, Орeаль», Калужской области, Россия и «SYOSS», ЗАО «МЕЗОПЛАСТ», Россия, г. Москва. В данных образцах 2 и 3 помимо не указанных условий хранения, не полно указаны ещё по одному реквизиту. У образца 2 не указана дата изготовления, а у образца 3 не дана информация о предостережении при использовании шампуня.

Наибольший процент отклонений выявлен у остальных образцов: образец 1 - шампунь «Чистая линия», ОАО Концерн «Калина», Россия; образец 4 - шампунь «NIVEA»; образец 5 - шампунь Schwarzkopf «GLISS KUR» ЗАО «МЕЗОПЛАСТ», г. Москва. Производители данных шампуней не указали условия хранения, а также дату изготовления и информацию о предостережении.

Анализ отклонений от требований маркировки выявил, что во всех образцах не указан реквизит «условия хранения». Однако, данный реквизит в косметических товарах должен указываться, если он является специальным, а шампуни на основе синтетических ПАВ выдерживают температуру до -20°C и не требуют специальных условий хранения. Поэтому присутствие данной информации не является обязательным. Не является нарушением и отсут-

ствие даты изготовления у образца 2, так как присутствует срок годности продукции. ЗАО «МЕЗОПЛАСТ» не описывает меры предосторожности при использовании шампуней. Остальные реквизиты в маркировке исследуемых шампуней указаны.

Таким образом, идентификация маркировки подтвердила достаточно высокий уровень информативности у всех производителей, а анализ качества маркировки с точки зрения закона «Три - Д» показал, что наиболее доступно расположена информация о товаре на упаковке шампуней следующих фирм-изготовителей: «Чистая линия», ОАО Концерн «Калина» и «GARNIER FRUCTIS MEN», ЗАО «Л, Орeаль»; «NIVEA» и Schwarzkopf «GLISS KUR», ЗАО «МЕЗОПЛАСТ».

Результаты оценки информативности маркировки шести выбранных образцов кремов после бритья представлены в таблице 2.

Анализ полученных данных показал, что дата изготовления указана только в образце «Gillette» (Франция). Условия хранения указаны только в образце «TET-A-TET». Однако следует указать, что хранение данных кремов предусматривается при комнатной температуре и отсутствие данной информации не является нарушением. Таким образом, все исследуемые образцы кремов после бритья имеют достаточно высокий уровень информативности.

Исследование маркировки текстильных товаров проводилось на соответствие ТР ТС 017-2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» и рекомендованных стандартов, по пяти образцам тканей и десяти образцам шпунтовых текстильных изделий.

Таблица 2. Оценка маркировки кремов на соответствие

Наименование крема	Фирма-изготовитель	Страна-изготовитель	Срок годности и дата изготовления	Масса (или объем)	Состав	Рекомендации по безопасности применения	Условия хранения	% откл.
1.«Gillette»	+	+	+	+	+	+	-	14,3
2.«TET-A TET»	+	+	+	+	+	+	+	7,2
3.«Nivea»	+	+	+	+	+	+	-	14,3
4.«Viking»	+	+	+	+	+	+	-	14,3
5.«Cliven»	+	+	+	+	+	+	-	14,3
6.«PHYTO EXPERT»	+	+	+	+	+	+	-	14,3

«+» - соответствует требованиям НД.

«-» - не соответствует требованиям НД.

«+» - соответствует частично требованиям НД.

Была исследована маркировка тканей следующих российских фирм-изготовителей: ОАО «Тверская мануфактура», г. Тверь, ОАО «Трехгорная мануфактура», г. Москва, ОАО «Корпорация Чебоксарский ХБК», г. Чебоксары, ОАО «Текстиль», г. Тейково, ОАО «Шуйская бязь», г. Шуя.

Анализ показал, что ни один из образцов тканей полностью не соответствует требованиям стандарта. В маркировке отсутствуют такие реквизиты, как вид и характер отделки, степень устойчивости окраски, номер цвета и рисунка, сорт.

Таблица 3 – Исследование маркировки товарных ярлыков тканей

Реквизиты маркировки	Номер образца				
	1	2	3	4	5
1.Наименование организации, в систему которой входит предприятие-изготовитель	+	+	+	+	+
2.Наименование предприятия-изготовителя, его товарный знак и местонахождение	+	+	+	+	+
3.Наименование ткани и номер артикула	+	+	+	+	+
4.Наименование нормативно-технической документации, в соответствии с которой вырабатывается данная продукция	+	+	+	+	+
5.Вид и характеристика отделки	нет	нет	нет	нет	нет
6.Наименование химических волокон и их процентное содержание	-	-	-	-	-
7.Степень устойчивости окраски	нет	нет	нет	нет	нет
8.Ширина ткани	+	+	+	+	+
9.Номер цвета и рисунка	нет	нет	нет	нет	нет
10. Сорт	нет	нет	нет	нет	нет
11. Длина ткани в куске	+	+	+	+	+
12. Количество отрезков в куске	-	-	-	-	-
13. Дата выпуска	+	+	+	+	+
14. Способа ухода за тканями, содержащими химические волокна	-	-	-	-	-
% отклонений	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4

«+» - информация имеется

«-» - информация дается при необходимости

Таблица 4. Исследование маркировки текстильных штучных изделий

Реквизиты маркировки	Номер образца			
	1	2	3	4
1.Товарный знак изготовителя	+	+	+	-
2.Наименование и место нахождения предприятия-изготовителя	+	+	+	+
3.Наименование изделия	+	+	+	+
4.Обозначение стандартов или технического условия на изделие	+	+	+	+
5.Артикул изделия.	-	+	+	-
6.Номер модели	+	-	-	-
7.Размеры	+	+	+	+
8.Состав сырья	+	+	+	+
9.Дата выпуска	+	+	+	-
% отклонений	11,1	11,1	11,1	33,3

«+» - соответствует требованиям стандарта;

«-» - не соответствует требованиям стандарта.

Для проведения исследований маркировки штучных изделий из тканей на соответствие требованиям ГОСТ 8737-77 «Международный стандарт. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные, из пряжи химических волокон и смешанные. Первичная упаковка и маркировка» были взяты: образец 1 – полотенце ОАО Донецкая мануфактура, образец 2 – полотенце “Большая льняная Костромская” мануфактура, образец 3 – полотенце РУПТП Оршанский льнокомбинат, образец 4 – салфетка ИП Ткаченко А.В.

Анализ показал, что наибольший процент отклонений от требований стандарта выявлен в образце 4. В маркировке не указаны реквизиты: артикул, модель, дата выпуска и знак изготовителя. В других образцах не указан артикул или номера модели.

Анализ маркировки текстильных изделий показал, что она не соответствует требованиям стандартов. Имеются значительные отклонения.

Исследование маркировки чулочно-носочных изделий проводилось на шести образцах мужских носков, семи образцах женских носков и семи образцах женских колготок по реквизитам ГОСТ 3897-87 «Изделия трикотажные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение»

На товарном ярлыке чулочно-носочных изделий долж-

ны быть указаны следующие реквизиты: наименование, подчиненность и местонахождение предприятия-изготовителя, артикул изделия, размер, сорт и состав сырья. Допускается перечисленные реквизиты указывать на упаковочном ярлыке.

Исследуемые носки были упакованы в целлофановые пакеты или картонные коробки, поэтому реквизиты товарного ярлыка были нанесены на упаковку или вкладыш.

Анализ показал, что только у трех образцов имеется адрес изготовителя, а остальные: образец 4 фирма «PUMA», образец 5 фирма «DOGAN» и 6 фирма «FUTE» имеют только наименование фирмы, причем на иностранном языке, то есть полная информация, о тех, кто связал данные носки, отсутствует. В других образцах также отсутствуют: артикул изделия, сорт и номер стандарта. Не указан сорт в образце 1, изготовитель, ИП Григорян С.М. Следовательно, можно предположить, что данная продукция фальсифицирована.

Анализ показал, что только два изготовителя носков выполнили все требования маркировки. Это чулочно-носочный комбинат «Минск» и ООО «Гамма-Текс» г. Псков.

Далее проведем анализ маркировки носков женских.

Таблица 5. Исследование маркировки мужских носков

Показатель	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
Наименование изделия	+	+	+	+	-	-
Наименование, и местонахождение (почтовый адрес) предприятия-изготовителя	+	+	+	-	-	-
Артикул изделия	+	+	+	-	-	-
Размер	+	+	+	+	+	+
Сорт	-	+	+	-	-	-
Состав сырья	+	+	+	+	+	+
Символы по уходу	+	+	+	+	+	-
% отклонений						

«+» - соответствует требованиям стандарта; «-» - не соответствует требованиям стандарта.

Таблица 6. Исследование маркировки упаковки женских носков

Реквизиты маркировки	Номера образцов						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Изображение товарного знака предприятия-изготовителя	+	+	+	+	+	+	+
2. Наименование, подчиненность и местонахождение (город) предприятия изготовителя	+	+	+	-	-	-	-
3. Наименование изделия и его принадлежность	+	-	+	+	+	+	+
4. Артикул изделия	-	-	-	-	-	-	+
5. Номер модели	-	-	-	-	+	-	+
6. Обозначение стандарта или технических условий на изделие	+	+	+	-	-	-	-
7. Размеры	+	+	+	-	+	+	+
8. Сорт	-	-	+	-	-	-	-
9. Количество изделий	+	нет	+	+	нет	+	нет
10. Цвет	+	-	+	-	-	+	+
11. Номер упаковщика	-	-	-	-	-	-	-
12. Дата выпуска	-	-	-	-	+	-	+
13. Состав сырья	+	+	+	+	+	+	+
14. Номер рисунка	нет	-	нет	нет	нет	нет	нет
15. Символы по уходу за изделием	+	+	+	+	+	+	+
% отклонений	35,7	57,1	28,6	64,3	46,2	42,9	30,8

«+» - соответствует требованиям стандарта; «-» - не соответствует требованиям стандарта.

Анализ маркировки женских носков показал, что никто из изготовителей не указал номер упаковщика. Только у образца фирмы «Вольфорд» указан артикул изделия, у остальных - артикул отсутствовал. Номер модели также указан только у фирмы «Вольфорд» (образец 7) и у фирмы «Нарис» (образец 5). У этих же образцов указана дата выпуска. Другие изготовители дату выпуска не указали. Причем нарушили данный реквизит маркировки все отечественные изготовители.

Установлено, что все три образца носков отечественных изготовителей указали своё наименование и местонахождение (адрес), а в четырёх образцах зарубежных изготовителей указана только страна или континент. Так образец 4 имеет маркировку, в которой указано, что он произведён в Азии.

Все изготовители поставили товарный знак – название фирмы. Но изготовитель образца 1 воспользовался товарным знаком итальянской фирмы. Сорт изделия установлен только в образце 3 - изготовитель ООО «Текстильно-трикотажное объединение «Клиноволокно», г. Клин, Россия. У образцов 3, 4 и 6 в маркировке не указана принадлежность. Образец 4, под товарным знаком «Марина»

неизвестно какого изготовителя.

Анализ маркировки в соответствии с законом «О защите прав потребителей» показал, что фирмы не полностью выполняют все требования.

Качественное нанесение информации можно отметить только у четырех фирм. Это изготовитель из России, ООО «Дана», г. Советск (образец 1), ООО «Текстильно-трикотажное объединение «Клиноволокно» (образец 3), Азия (образец 4) и Австрия (образец 7). Под качественным нанесением информации подразумевали: несмываемость используемых при маркировке красок (это требование стандарта), а также доступность информации, а именно, качество применяемого шрифта и расположение информации для потребителя.

Анализ штриховых кодов показал, что образец 4 – это фальсифицированная продукция из Азии, так как данный товар имеет вымышленный штриховой код. Образец 1 дает фальсифицированную информацию, так как в маркировке стоит код страны, где товар не произведен.

Результаты исследования маркировки колготок фирм-изготовителей Scarlet, OMSA, Gabriella, Lady Kama, Gracia, Conte представлены в таблице 7.

Таблица 7. Исследование маркировки товарного ярлыка колготок

Показатель	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
1. Наименование, подчиненность и местонахождение (почтовый адрес) предприятия-изготовителя	+	+	+	+	+	+
2.Артикул	-	+	+	-	-	+
3. Размер	+	+	+	+	+	+
4.Сорт	-	-	-	-	-	+
5. Состав сырья	+	+	+	+	+	+
% отклонений	40,0	20,0	20,0	40,0	40,0	0

«+» - соответствует требованиям стандарта; «-» - не соответствует требованиям стандарта.

Анализ показал, что только маркировка товарного ярлыка, нанесенная на упаковку, колготок фирмы «Conte» из республики Беларусь полностью соответствует требованиям стандарта. В остальных образцах колготок из Италии, Польши и России имеются нарушения в маркировке, а именно, не указаны сорт или артикул и сорт изделия. Оценка маркировки упаковочного ярлыка женских колготок на соответствие предъявляемым требованиям стандарта показала, что у образцов 5 и 6, фирм «Грация» и «Conte» из России и республики Беларусь не указан сорт и состав сырья.

Образец 4 фирмы «Lady Kama» из Польши имеет наибольший процент отклонений. Отсутствовали такие реквизиты, как артикул, сорт, цвет, дата изготовления и обозначение НДС.

По пять отклонений обнаружено в маркировке колготок образцов фирм «Scarlet» из Италии и «Gabriella» из Польши. Четыре отклонения обнаружено в маркировке колготок фирмы «OMSA» из Италии.

Анализ показал, что два изготовителя из Польши не указали такой реквизит, как номер упаковщика, что не даёт возможность, при нарушениях, выявленных в упаковке, установить, кто виновен в данных нарушениях.

В упаковках из Польши не был указан реквизит, количество изделий. Поэтому приходится пересчитывать каждую упаковку, что приводит к большим затратам времени при приёмке товаров. В изделиях из Польши не были указаны такие реквизиты, как: номер стандарта, дата изготовления и номер упаковщика.

Следовательно, необходимо обратить внимание на упаковочные ярлыки, особенно, зарубежных фирм-изготовителей, таких как Scarlet и OMSA, из Италии; Lady Kama, из Польши и Conte из республики Беларусь.

Анализ маркировки швейных изделий проводился на соответствие требованиям ГОСТ 10581-91 «Изделия швейные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение».

Для исследования были выбраны швейные изделия двух фирм «Taiiun», «Gerry Weber» и шести стран-изготовителей: Украина, Китай, Молдавия, Греция, Македония, Румыния.

Анализ упаковочных ярлыков установил, что такие реквизиты как сорт и номер упаковщика не указываются. Все исследуемые образцы имели основные средства маркировки, которые правильно прикреплены, то есть в соответствии с требованиями стандарта.

На товарных ярлыках должны быть указаны следующие реквизиты, представленные в таблице 8.

Только одна фирма-производитель из Китая не указала стандарт, обязательным требованиям которого должно соответствовать изделие. Это говорит о том, что данные образцы могут не соответствовать требованиям стандартов, следовательно, считаться не стандартными. Другие фирмы-производители выполнили данное требование. Но установлено, что в маркировке исследуемых образцов не указаны такие реквизиты как штриховой код и сорт изделий.

Таблица 8. Оценка требований маркировки товарного ярлыка швейных изделий

Реквизиты	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
1. Наименование страны-изготовителя	+	+	+	+	+	+
2. Фирменное наименование, местонахождения (адрес) изготовителя	+	+	+	+	+	+
3. Обозначение стандарта или технического документа, обязательным требованиям которого соответствует изделие	+	-	+	+	+	+
4. Наименование изделия	+	+	+	+	+	+
5. Артикул и (или) модель изделия	+	+	+	+	+	+
6. Размеры	+	+	+	+	+	+
7. Информация (в соответствии с требованиями национальных систем сертификации)	+	-	+	+	+	+
8. Сырьевой состав	+	+	+	+	+	+
9. Дата изготовления	+	+	-	-	+	+
10. Штриховой код товара (при его наличии);	-	-	-	-	-	-
11. Товарный знак изготовителя (при его наличии)	+	+	+	+	+	+
12. Специфическая информация об изделии для потребителя (при её необходимости)	+	+	+	+	+	+
13. Сорт	-	-	-	-	-	-
% отклонений	15,4	30,8	15,4	15,4	15,4	15,4

«+» - соответствует требованиям стандарта; «-» - не соответствует требованиям стандарта;

«+» - частично соответствует требованиям стандарта.

Маркировка ленты с изображением товарного знака исследуемых образцов товаров не соответствует требованиям стандарта, так как в ней не указаны символы по уходу за товаром, но допускается указывать символы на контрольной ленте, что, и было обнаружено. Контрольная лента имеется на всех образцах с обозначением размера.

Анализ показал, что требования к информации в соответствии с законом «О защите прав потребителей», выполняются не полностью.

Наименьший процент отклонений выявлен в образцах 1 и 3, таких стран изготовителей, как Украина и Молдавия, которые не полностью выполнили требования стандарта по оформлению ленты с изображением товарного знака, а также указали размер по полуобхвату грудной клетки, а правильно указывать по обхвату грудной клетки. Наибольший процент отклонений у образца из Китая, где не указаны такие важные реквизиты маркировки, как номер стандарта и сорт изделия.

Как видно из выше сказанного, в работе была исследована маркировка 130 изделий, 9 групп товаров, поступивших из 14 стран-изготовителей. Наибольший процент отклонений выявлен в изделиях из Турции и Китая.

Анализ маркировки косметических товаров показал, что, в основном она соответствует предъявляемым к ней требованиям. Изготовители из Турции не всегда переводят на русский язык такие реквизиты маркировки как состав, и, в основном, не указывают в маркировке мыла марку, и номер нормативного документа, по требованиям которого

произведён товар.

Анализ маркировки тканей и штучных текстильных изделий (Россия, Украина и Беларусь) показал, что информация о тканях из Украины имеет значительные отклонения. Не указаны в маркировке вид и характер отделки, степень устойчивости окраски, номер цвета и рисунка и сорт. В информации полотенце, салфеток были обнаружены нарушения в изделиях индивидуальных предпринимателей. В маркировке не указывались артикул, дата выпуска.

Анализ маркировки чулочно-носочных изделий шести стран изготовителей показал, что большие нарушения в маркировке носок из Турции, где не указаны: изготовитель, артикул, номер НД и сорт, а в маркировке колготок большие нарушения в изделиях из Польши, где не указаны: номер НД, дата изготовления, артикул, сорт, цвет, состав сырья, номер упаковщика.

Анализ маркировки швейных изделий шести стран-изготовителей показал, что выявлены нарушения в маркировке изделий из Китая. Не указаны сорт и номер упаковщика.

Проведённый анализ маркировки недовольственных товаров показал, что требования к информации выполняются не полностью. Это говорит об информационной фальсификации товаров. Следовательно, закон о защите прав потребителей пока не выполняется, как отечественными, так и зарубежными товаропроизводителями.

Литература:

1. ГОСТ 30266-95 Мыло хозяйственное твердое. Общие технические условия. Введ. 30.06.1996 (перездание 01.01.2007) – М.: Изд-во стандартов, – 19 с.
2. ГОСТ 28303-89 Изделия косметические. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Введ. 01.01.1991 (перездание 01.03.2004) – М.: Изд-во стандартов, 19 с.
3. ГОСТ 8737-77. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные, из пряжи химических волокон и смешанные. Первичная упаковка и маркировка. Введ. 01.07.1983 – М.: Изд-во стандартов, 1983 – 13 с.
4. ГОСТ 3897-87. Изделия трикотажные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. Введ. 01.07.1987 – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 18 с.
5. ГОСТ 10581-91. Изделия швейные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. Введ. 01.01.1991 – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.

Вопросы качества моющих средств

Амбарцумян Лора Исаковна, кандидат технических наук, доцент;
Диянова Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент;
Филимонова Лилия Ивановна, кандидат технических наук, доцент
Краснодарский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»

Рынок моющих средств в России представлен крупными известными производителями, а также множеством менее известных фирм, которые не всегда обеспечивают должный уровень качества выпускаемой продукции. Такая ситуация привела к возникновению проблемы качества синтетических моющих средств (СМС), реализуемых на отечественном рынке [3].

Основу ассортимента СМС составляют порошкообразные моющие средства, однако они являются довольно сильными аллергенами для дыхательных путей.

С появлением на рынке новых тканей с широкой цветовой палитрой, возрос интерес к жидким СМС для цветного белья, которые обеспечивают сохранность цвета ткани, являются более экономичными в использовании и безопасными для человека в отношении аллергических реакций.

Целью работы является проведение сравнительной оценки качества жидких СМС для цветного белья отечественных и зарубежных производителей.

Оценка качества жидких СМС проводилась в аккредитованной лаборатории кафедры Технологии торговли и общественного питания Краснодарского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Использовались органолептические, аналитические, измерительные методы. Также было проведено определение основных функциональных показателей качества путем практических испытаний [2, с.97].

Для проведения сравнительной оценки качества жидких СМС в торговой сети были выбраны шесть образцов жидких СМС разных производителей, предназначенных для стирки цветного белья. Исследуемые образцы относятся к разным ценовым категориям (160-550 рублей).

Выбранные образцы имели следующие характеристики.

Образец 1. Жидкий концентрат (жидкость для стирки) «Ecover». Объем 1,5 литра. Подходит для стирки любого белого и цветного белья, идеально подходит для одежды младенцев и детей. Производитель: ECOVER BELGIUM NV Industrieweg 3 2390 Malle, Бельгия. Поставщик: ООО «БЕЗ ХИМИИ», Россия, 117638, Москва. Дата производства: 20.03.2014 г. Срок годности: 60 месяцев со дня производства.

Образец 2. Концентрированное жидкое средство для стирки Алое Вера «Frosch». Объем 1500 мл. Высокая очищающая способность при температуре от 20°С до 95°С. Подходит для всех видов ткани, кроме шерсти и шелка. Срок годности: 2 года с даты изготовления. Дата изготовления: 28.05.14. Изготовитель: Вернер и Мерц ГмбХ, Рейналля 96, 55120 Майнц/Германия.

Образец 3. «ARIEL» чистота deluxe, концентрат-гель. Объем: 1,2 литра. Средство моющее синтетическое для использования в стиральных машинах любого типа и ручной стирки. Не предназначен для стирки шерсти и шелка. Произведено: ООО «Проктер энд Гэмбл-Новомосковск», 301650, г. Новомосковск Тульской обл., Россия. Дата изготовления: 20.05.14.

Образец 4. Гель DOSIA COLOR. Объем 1 литр. Средство для стирки концентрированное жидкое для автоматических машин и ручной стирки. Не предназначено для стирки изделий из шерсти и шелка. Производитель: филиал ООО «РЕКИТТ БЕНКИЗЕР» г. Клин, Россия. Срок годности 2 года с даты производства. Дата производства: 21.06.2014 г.

Образец 5. Gel BiMAX color. Масса нетто: 1000 г. Средство для стирки жидкое с пониженным пенообразованием с биодобавками применяется для замачивания и стирки изделий из цветных хлопчатобумажных, льняных и синтетических тканей, а также тканей из смешанных волокон в стиральных машинах любого типа и ручной стирки. Срок годности 12 месяцев. Дата изготовления: 14.10.14 г. Производитель: ОАО «Нэфис Косметикс», 420021, Российская Федерация.

Образец 6. Средство для стирки универсальное концентрированное «Лоск Колор Гель». Объем 1,46 л. Для стирки цветных изделий из хлопчатобумажных, льняных, синтетических тканей и тканей из смешанных волокон (кроме шерсти и шелка) в стиральных машинах любого типа и ручной стирки в воде любой жесткости. Срок годности: 3 года с даты изготовления. Дата изготовления: 26.11.14 г. Изготовлено: филиал ООО «Хенкель Рус», 614042, Россия, г. Пермь.

Для оценки качества выбранных образцов были исследованы маркировка и упаковка, органолептические, физико-химические и функциональные показатели [1].

Оценка маркировки и упаковки жидких СМС показала, что все производители обеспечили высокую информативность маркировки образцов. Упаковка в виде контейнеров эргономична в использовании и безопасна. Однако можно выделить лидеров по данным показателям: образцы «Ecover», «ARIEL» и «BiMAX Color» получили отличные оценки. Образец 2 «Frosch», образец 4 «DOSIA Color» и образец 6 «LOSCK color» имеют оценку «хорошо».

Оценка органолептических показателей жидких СМС, таких как внешний вид, запах, цвет, показала хорошие результаты. Среди всех образцов можно выделить «ARIEL», у которого насыщенный синий цвет, а в запахе слышны цитрусовые нотки; «LOSCK color» - запах с цветочными нотками, а цвет розовый.

Из физико-химических показателей качества жидких СМС были изучены кислотность среды растворов СМС, их пенообразующая способность и устойчивость пены.

Величина pH растворов СМС наряду с температурой определяет эффективность ПАВ и активность ферментной системы СМС. Что касается величины pH среды, то анионоактивные моющие вещества эффективны в щелочной среде, а в нейтральной и кислой осаждаются на ткани. Катионоактивные проявляют моющее действие в нейтральной и слабокислой средах, неионогенные — в среде с различным значением pH

Результаты испытаний исследуемых образцов СМС по определению величины pH их растворов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения рН исследуемых образцов жидких СМС

Наименование показателя	Наименование образцов СМС					
	«ECOVER»	«Frosch»	«ARIEL»	«DOSIA Color»	«BiMAX Color»	«LOSK color»
рН	8,6	9,5	8,9	8,8	9,3	8,7
По стандарту	5,0-11,5					

В соответствии со стандартом, показатель концентрации водородных ионов нормируется в пределах 5,0 – 11,5. Следовательно, все результаты соответствуют нормам ГОСТ 25644-96. Однако надо отметить, что все исследуемые СМС являются жидкими и, в основном, содержат анионоактивные и неионогенные ПАВ, которые работают активно в нейтральной и щелочной средах. Исследуемые СМС имеют разброс рН в интервале 8,6-9,5, что соответствует оптимальным условиям работы ПАВ и можно считать, что производители обеспечили качество СМС по данному показателю.

На моющую способность СМС оказывает большое влияние пенообразующая способность ПАВ, входящих в их состав. Особенно, важна роль процесса пенообразования и устойчивости пены, так как она адсорбирует и задерживает загрязнения, препятствуя их повторному осаждению.

Оценка пенообразующей способности СМС показала, что данный показатель меняется в достаточно широком интервале (60-230 мм). Согласно ГОСТ Р 52488-2005, высота столба пены должна быть не более 180 мм. Самая низкая пенообразующая способность у геля «LOSK color», а самая высокая - у «Frosch» ($H_0=230$ мм). Пенообразующая способность образцов «BiMAX color» и «ARIEL» – 150 и 100 мм. Образцы «DOSIA Color», «ECOVER» и «LOSK color» имеют пенообразование 90, 65 и 60 мм соответственно. Низкое пенообразование у образца «ECOVER» является результатом применения натуральных ПАВ, обладающих невысоким пенообразованием, и поэтому данный образец рекомендован для стирки и детских изделий. Альтернативно, образец 2, «Frosch» ($H_0=230$ мм), имеет в составе мыло (10-30%), Н-ПАВ (5-15%), А-ПАВ (<5%), что и обеспечило самое высокое пенообразование. На втором месте по пенообразованию «BiMAX color», в составе которого также указано мыло до 15%. Остальные образцы содержат в составе мыло < 5% и, соответственно, у них низкое пенообразование.

Анализ устойчивости пены исследуемых жидких СМС показал также значительный разброс данного показателя (0,2-0,87). В ГОСТ Р 52488-2005 приведены ограничения только для порошковых СМС с низким пенообразованием (не более 0,3). Учитывая, что исследуемые СМС жидкие и имеют невысокое пенообразование, устойчивость пены выше 0,3 не может оказывать отрицательного влияния на отстирывающую способность данных СМС.

Функциональные свойства СМС определяются, прежде всего, их моющей способностью. Однако, так как оцениваемые образцы предназначены для стирки цветного белья, то не менее важным показателем качества является способность сохранять цвет.

В оцениваемых образцах СМС нами были изучены их моющая способность и способность сохранять цвет.

Моющую способность определяли путем стирки предварительно загрязненных изделий в бытовой машине (ГОСТ 22567.15). Результаты по моющей способности оценивали по 10 балльной шкале сравнивая с контрольным объектом.

Моющую способность жидких СМС оценивали отдельно для хлопчатобумажных и синтетических тканей.

Результаты испытаний показали, что самый высокий балл по моющей способности хлопчатобумажных тканей получил образец 2 «Frosch» (10 баллов), всего на 0,3 балла уступает образец 1 «ECOVER» и образец 3 «ARIEL» (9,7 баллов). Жидкие СМС «DOSIA Color», «BiMAX Color» и «LOSK color» получили 8,7 баллов.

Образец 2 «Frosch» содержит в своем составе активные амилазы, целлюлазы (по маркировке), которые должны обеспечить разложение органических составляющих загрязнений. Также содержит мыло, Н-ПАВ и А-ПАВ, которые создают обильную и устойчивую пену, которая способствует выведению загрязнений с материала.

Фосфаты и мыло выступают в качестве смягчителей воды, тем самым обеспечивают эффективность ПАВ-ов и энзимов. Все это обеспечило их высокую моющую способность, что и подтвердили исследования.

Образец 1 «ECOVER» содержит в своем составе ПАВы натурального происхождения. Высокая моющая способность образца указывает на высокое качество примененных производителем ПАВ и вспомогательных компонентов, обеспечивших их отличную работу.

Образцы «LOSK color», «DOSIA Color» и «BiMAX Color» набрали 8,7 баллов. В маркировке указано содержание А-ПАВ (5-15%), неионогенные ПАВы, мыло и энзимы. Низкий (сравнительно) показатель моющей способности можно объяснить или частичной инактивацией энзимов, или низким содержанием ПАВ-ов, так как в маркировке указаны лишь пределы содержания (5-15%).

Оценка моющей способности жидких СМС при стирке синтетических тканей показала, что высокую оценку получил образец 2 «Frosch» (производитель – Германия), на втором месте образец 1 «ECOVER» (9,7 баллов). На 0,7 отстает образец 3 «ARIEL» (9,3 балла). На четвертом месте «DOSIA Color» - 8,7 баллов.

Самые низкие результаты у «BiMAX Color» и «LOSK color», всего 8,5 балла.

Оценка моющей способности жидких СМС при стирке синтетических тканей показала, что моющая способность при стирке синтетических тканей ниже, чем при стирке хлопчатобумажных.

Таким образом, исследование жидких СМС показало высокую моющую способность всех образцов как для хлопчатобумажных, так и для синтетических изделий. Балльная оценка отстирывания у всех образцов была не ниже 8,5 балла. Лидерами по стирке стали «Frosch» (производитель – Германия) и «ECOVER» (производитель – Бельгия).

Потери цвета от одной стирки незначительны, поэтому в эксперименте при оценке способности сохранять цвет для получения достоверных результатов применили стирку из 10 циклов.

Все образцы испытывали на ярких хлопчатобумажных и синтетических тканях, содержащих несколько цветов.

Испытания показали, что все образцы жидких СМС имеют высокий показатель сохраняемости цвета. Лидера-

ми стали образцы «ECOVER» и «Frosch», которые набрали по 10 баллов. Остальные образцы жидких СМС находятся на одном уровне (8,7-9,3).

По результатам оценки можно сказать, что лидерами по способности сохранять цвет являются образцы 1 и 2, «ECOVER» и «Frosch», набравшие 10 баллов. Образец «ARIEL» уступает всего на 0,3 балла.

На основе проведенного анализа функциональных показателей жидких СМС можно отметить, что все образцы показали хорошие результаты по моющей способности и по способности сохранять цвет.

Лидером по отстирывающей способности и способности сохранять цвет является образец 2 «Frosch», набравший 10 баллов. На втором месте образец 1 - «ECOVER», набравший 9,7 и 10 баллов по моющей способности и способности сохранять цвет. Образец «ARIEL» набрал 9,7 баллов по моющей способности и способности сохранять цвет, тем самым уступив лидеру всего 0,3 балла.

Сравнительно низкие результаты показали образцы «DOSIA Color», «ViMAX Color» и «LOSК color» 8,7 баллов по моющей способности и 9,0–9,3 балла по способности сохранять цвет.

Проведенные нами исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Образец 1 «ECOVER» (производитель – Бельгия) по градации качества занимает второе место, так как по моющей способности набрал 9,7 баллов, а по способности сохранять цвет – 10 баллов. Низкое пенообразование и высокая устойчивость пены обеспечили хорошие условия для стирки. Масса СМС в упаковке рассчитана на 28 стирок. Цена одной стирки составляет 14,3 рублей.

2. Образец 2 «Frosch» по градации качества занимает первое место. Производитель «Вернер и Мерц ГмбХ» (Германия) обеспечил полную информацию в маркировке СМС, удобный контейнер, единственный минус которого - отсутствие направляющей трубочки в горловине для удобства слива СМС. Образец имеет самые высокие показатели по моющей способности и способности сохранять цвет (10 баллов). Достаточное пенообразование и высокая устойчивость пены обеспечили высокое качество стирки. Рассчитана упаковка на 20 стирок. Цена одной стирки – 23,9 рублей.

Литература:

1. ГОСТ Р 52488-2005. «Средства для стирки. Общие технические условия». – Введ. 30.12.2005.- М.: Издательство стандартов. 2005. – 7 с.
2. Паршикова В.Н. Товароведение и экспертиза бытовых химических товаров / В.Н. Паршикова. – М.: Академия, 2005. – 224 с.
3. Петренко А.В. Состояние рынка и производства синтетических моющих средств. – <http://www.rcc.ru/Rus/Chemicals/?ID=5159>

Концепция информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований северо-западной Пацифики

Волвенко Игорь Валентинович, доктор биологических наук
ФГБНУ «ТИНРО-центр» (г. Владивосток)

В последнее время особое положение дальневосточных морей в экономике России связывают с обнаружением на их шельфе больших запасов углеводородного сырья, строительством и реконструкцией портов и прочих прибрежных промышленных предприятий, прокладкой газовых и

3. Образец 3 «ARIEL» (производитель ООО «Procter & Gamble») занимает третье место. Производитель обеспечил высокую информативность маркировки, качество и безопасность упаковки. По моющей способности он получил 9,7 баллов при стирке хлопчатобумажных тканей и 9,3 - при стирке синтетических. По способности сохранять цвет занимает второе место (9,7 баллов). При пенообразовании 100 мм и устойчивости пены 0,2 образец показал хорошие результаты, но при данном пенообразовании лучше подходит для стирки в машинах-автоматах. Рассчитана упаковка на 16 стирок. Цена одной стирки составляет 21,8 рублей.

4. «DOSIA Color» (производитель ООО «РЕКИТТ БЕНКИЗЕР»), «ViMAX Color», (производитель ООО «Нефис Косметик») и «LOSК color» (производитель - ООО «Хенкель Рус») занимают четвертое место по градации качества. «DOSIA Color» по моющей способности набрал 8,7 баллов, по способности сохранять цвет – 9,3 балла. Объем 1 литр рассчитан на 13 стирок. Цена одной стирки - 11,5 рублей. Образец 5, «ViMAX Color», по моющей способности имеет сравнительно низкие результаты (при стирке хлопчатобумажных тканей – 8,7 баллов, при стирке синтетических - 8,3 балла). По способности сохранять цвет - 8,7 баллов. Рассчитана упаковка на 10 стирок. Цена одной стирки - 8,5 рублей. Образец 6, «LOSК color», (производитель – ООО «Хенкель Рус»), имеет хорошую моющую способность – 8,7 баллов. Способность сохранять цвет – 9,0 баллов. Имеет самый малый расход по сравнению с другими образцами. Рассчитана упаковка на 30 стирок. Цена одной стирки составляет всего 8,3 рубля.

Результаты исследований позволяют дать следующие рекомендации для потребителей:

1. Учитывая незначительную разницу в показателях моющей способности и способности сохранять цвет (0,3 балла) потребителю можно заменить жидкое СМС «Frosch» (23,9 рублей за стирку) на более дешевые средства для стирки, такие как «ECOVER» и «ARIEL» (14,3 и 21,8 рублей за стирку).

2. При менее загрязненном белье предпочтение можно отдать более дешевым средствам, таким как «Dosia color» и «LOSК color», имеющим высокий показатель по сохранности цвета (стоимость одной стирки 11,5 и 8,3 рублей).

нефтяных трубопроводов по морскому побережью и дну [1]. Вместе с тем, дальневосточные моря и сопредельные воды Тихого океана являются основным рыбопромысловым бассейном России. На долю этого региона пока приходится лишь чуть более 2/3 суммарного общероссийского

вылова гидробионтов во всех океанических, морских и пресных водоемах [2-7], хотя по некоторым оценкам [8,9] именно здесь сконцентрировано 90% всей сырьевой базы отечественного рыболовства.

Изучение водных биоресурсов (ВБР) обширной акватории северо-западной Пацифики — одна из основных задач ФГБНУ «ТИНРО-центр». Этот институт придерживается *экосистемного подхода* к изучению и управлению ВБР [2,10-19], который подразумевает сбор и анализ данных по всем группам животных, подчеркивает взаимные связи между ними, роль климата и гидрологического режима в колебаниях их численности. В широкомасштабных комплексных морских экспедициях ТИНРО-центра в последние 39 лет собирается всевозможная информация о морских биоценозах и их абиотическом окружении: на акватории площадью более 6 млн. км² делаются судовые и спутниковые метеонаблюдения, гидрологические съемки с помощью глубоководных зондов, макрофауна собирается разноглубинными и донными тралями с мелкоячейными вставками, драгами, дночерпателями, зоопланктон облавливается планктонными сетями БСД, ИКС, все животные из уловов идентифицируются до вида, подсчитываются, взвешиваются, делаются выборки на массовые промеры, биологические анализы, отбираются чешуя и отолиты рыб для определения их возраста, трофологические, паразитологические, генетические, биохимические и изотопные пробы, по необходимости выполняются мечение, морфометрия гидробионтов, учет морских млекопитающих и птиц, икорные, дрейфтерные, снорреводные, ярусные, световые, ловушечные, водолазные, гидроакустические съемки, иногда — отбор на анализы воды и грунта, радиологические измерения.

Каждый рейс дает огромное количество биоресурсной

и экологической информации, обобщение и осмысление которой невозможно без сжатия ее в доступную для анализа форму путем предварительной статистической и картографической обработки на ЭВМ. Современные унифицированные методики сбора и первичной обработки данных требуют применения *автоматизированных рабочих мест* (АРМ), накопление и хранение материалов — *баз данных* (БД) и систем управления ими (СУБД), а также информационных систем следующего уровня — *баз знаний* (БЗ), оперирующих уже не исходными данными, а результатами их математической обработки, в частности, *геоинформационных* (ГИС) и *прочих электронных справочных систем* (ЭСС) (см. напр.: [20]). Большая часть деятельности по их созданию и эксплуатации на протяжении последних 20 лет в ТИНРО-центре ведется упорядочено и целенаправленно в соответствии с *концепцией информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований северо-западной Пацифики* (далее для краткости — КИО).

Названная концепция неразрывно связана с целым комплексом других основополагающих идей и документов нашего времени (рис. 1) — концепций, проблем, задач, подходов, направлений, комплексных программ, конвенций, стратегий, доктрин — является их составной частью и даже основой.

Эффективная охрана редких и исчезающих видов, сохранение биоразнообразия, борьба с загрязнениями окружающей среды, в том числе, биологическими (видами вселенцами), регулируемый промысел, в частности, многовидовое рыболовство, искусственное воспроизводство гидробионтов и мелиорация биотопов возможны только в рамках *экосистемного подхода* к изучению и управлению биоресурсами. Этот подход — составная часть концепции *рационального природопользования* [19].

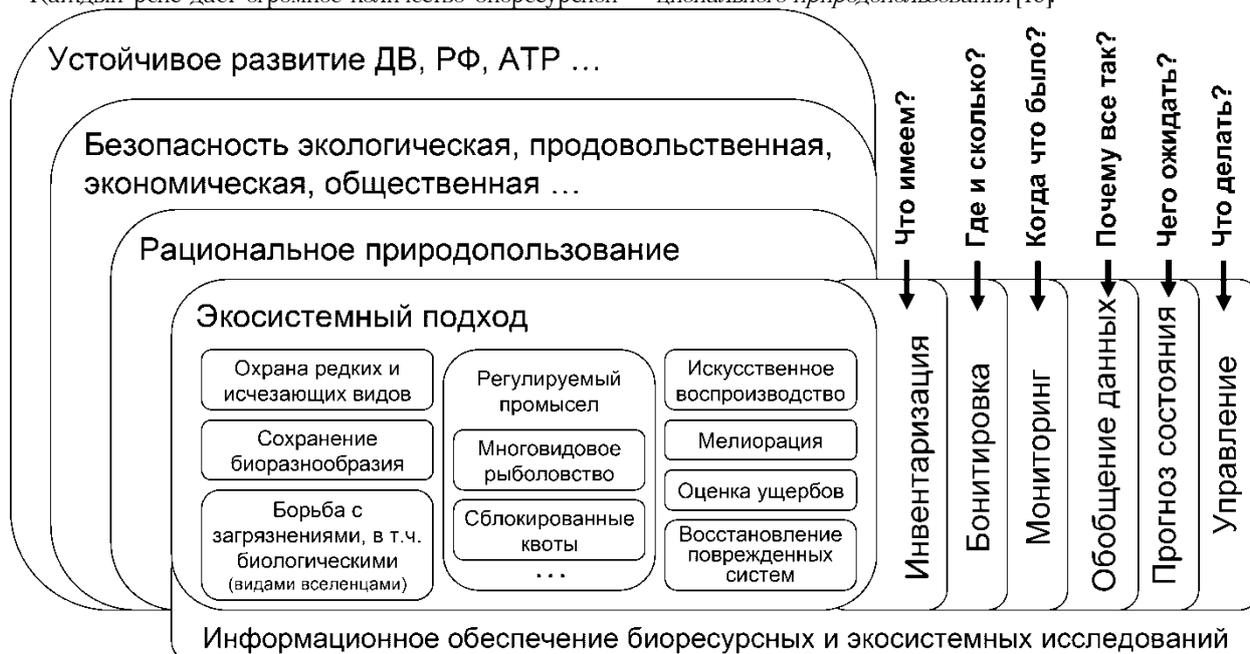


Рис. 1. Комплекс взаимосвязанных идей (по вертикали), который в качестве базовой составляющей включает Концепцию информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований северо-западной Пацифики, а также комплекс мероприятий по отношению к ВБР (по горизонтали), необходимых для реализации этих идей

Специалисты в этой междисциплинарной области знания утверждают, что природопользование, которое ведет к истощению и даже исчезновению природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, т.е. к экологическому кризису или катастрофе, считается неразумным (нерацио-

нальным) [21]. Его альтернатива — рациональное (разумное) природопользование — «система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей» [22,

с. 405]. По Ю. Одуму [23] рациональное природопользование призвано обеспечить такое состояние окружающей среды, при котором она смогла бы удовлетворять наряду с материальными потребностями запросы эстетики и отдыха, и вместе с тем обеспечить возможность непрерывного получения урожая, производства различных материалов путем установления сбалансированного цикла использования и возобновления. Такое экологически сбалансированное природопользование возможно лишь при использовании «экосистемного подхода, учитывающего все виды взаимосвязей и взаимовлияний между средами, экосистемами и человеком» [24, с. 431-432]. Только экосистемный подход обеспечивает достоверные обоснования режимов рационального природопользования.

Рациональное природопользование в свою очередь является необходимым условием *экологической безопасности*, для обеспечения которой в рассматриваемом регионе Дальневосточным отделением Российской Академии Наук (ДВО РАН) совместно с рядом других научных и научно-производственных организаций в 2007 г. разработана комплексная программа «Современные технологии экологической безопасности дальневосточных морей в целях устойчивого социально-экономического развития Дальнего Востока России и эффективной государственной геополитики РФ в Азиатско-Тихоокеанском регионе» [1, 25-27]. Как видно из названия этой программы и приведенного ранее определения, «экологической безопасностью» именуют множество взаимосвязанных проблем безопасности продовольственной, экономической, общественной и т.д.

Поэтому многие страны включили вопросы экологической безопасности в свои стратегии национальной (государственной) безопасности. В частности, Доктрина национальной безопасности РФ до 2020 г., утвержденная Указом Президента РФ от 12.05.09 г. № 537, содержит стратегические цели сохранения окружающей среды и рационального природопользования. Вместе с тем возникли и международные общественные организации, занимающиеся сбором данных по вопросам экологической безопасности, такие как Институт экологической безопасности (IES), Фонд экологической безопасности и устойчивого развития (FESS) и др. [28].

Теперь обратим внимание на то, что это подразумевает необходимость соблюдения всевозможных аспектов безопасности, связанных с окружающей средой, *для устойчивого развития* Дальнего Востока, РФ, АТР и т.д. В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) была официально признана пагубность традиционного пути развития мирового сообщества, который был охарактеризован как неустойчивое развитие, чреватое кризисами, катастрофами, гибелью всего живого. На ЮНСЕД широко использовалось определение, приведенное в книге «Наше общее будущее» [29]: Устойчивое развитие — это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [30,31]. Разумеется, идея устойчивого развития шире, чем рационального природопользования, поскольку для устойчивого развития нужен разумный подход не только к управлению природными ресурсами, но и к другим вопросам экономики, политики, культуры и т.п.

Из всего вышесказанного следует, что для длительного, непрерывного, устойчивого развития необходима безопасность, которую невозможно обеспечить без рационального природопользования на основе экосистемного подхода к

управлению ВБР.

Для решения множества связанных с этим задач требуется реализация комплекса мероприятий (см. рис. 1), включающего инвентаризацию, бонитировку, мониторинг, обобщение данных для прогноза состояния и управления ВБР. Эти мероприятия подразумевают нахождение ответов на вопросы: что мы имеем, где, сколько, когда, почему и, наконец, — на («извечный русский») вопрос: что делать? Для принятия правильных решений о том, что можно и нужно делать с ВБР, необходима информация, собранная в соответствии с экосистемным подходом, сохраненная, особым образом структурированная и обработанная. Разумеется, она должна быть достоверной и ее должно быть достаточно много. Как следует из всего вышесказанного, без специально созданных для этого БД и БЗ, невозможны ни рациональное природопользование, ни обеспечение безопасности, ни устойчивое развитие. Наличие и постоянное пополнение таких банков данных стратегического назначения особенно актуальны в связи с тем, что до сих пор по ряду причин теоретическое предсказание тенденций в динамике морских экосистем все еще очень затруднено и требует постоянного комплексного мониторинга в разных по масштабу экосистемах [5,19,25].

Однако заметим, что никакие вышеупомянутые программные и нормативные документы, например, предлагаемый ДВО РАН комплекс мероприятий (см. [1,25-27]) по обеспечению безопасности и устойчивого развития России не предусматривают создания и эксплуатации для этого БД и БЗ с материалами многолетнего мониторинга состояния морских и океанических экосистем. Последнее не удивительно, поскольку ДВО и вся РАН не обладают такими данными и нужными для их сбора техническими возможностями. Восполнить столь существенный пробел в обеспечении рационального природопользования, безопасности и устойчивого развития РФ могут только работы, ведущиеся в ТИПРО-центре на протяжении последних десятилетий.

Выше упоминалось, что среди главных прикладных задач этого института — *мониторинг и прогнозирование состояния сырьевой базы отечественного рыболовства*, а любые оценки и прогнозы, как модельные, так и экспертные, всегда основаны на некотором количестве данных — фактических наблюдений за природными явлениями и процессами. При этом обычно действует правило: *чем больше исходных данных, тем точнее прогноз*. Например, для статистического анализа циклических колебаний численности популяций требуются временные ряды наблюдений как минимум в 2 раза длиннее, чем продолжительность одного цикла (см. напр. [32]). Образно говоря, исходные данные — «краеугольные камни», на которых строятся заключения о современном статусе биоресурсов и прогнозирование их состояния в будущем, даются оценки общего допустимого улова (ОДУ), возможного вылова (ВВ) и других параметров рационального природопользования [33,34]. Поэтому в многочисленных морских экспедициях в течение многих лет сотрудники ТИПРО-центра всегда стремились добыть как можно больше первичных данных.

Однако при создании БД нового типа для информационного обеспечения не только традиционных биоресурсных, но и экосистемных исследований, нужно собрать воедино не просто максимальный объем рейсовой информации или как можно более длинные ряды наблюдений за отдельными массовыми и промысловыми видами, а *только те данные, которые содержат полноценные сведения обо всех без*

исключения представителей морских и океанических биоценологических группировок. Наличие именно таких данных — непереносимое условие рационального использования биоресурсов и управления ими на экосистемной основе, поскольку, популяции промысловых объектов живут не изолированно, а в составе сообществ (биоценозов). Биоценологический фон для них — это также среда обитания, как и гидрологический режим. Ее нужно знать для понимания и прогнозирования изменений в состоянии биоресурсов в целом и сырьевой базы рыболовства в том числе [5]. Образно говоря: «даже детальные аутоэкологические представления об экологии промысловых объектов являются только зримой верхушкой айсберга, основная масса которого остается невидимой, так как находится под водой. Но именно воздействие на нее течений, а не ветра на надводную часть, определяет путь айсберга. Эта подводная часть и олицетворяет собой те самые биоценозы и экосистемы, составными частями которых являются промысловые гидробионты» [19, с. 6].

Сбор рейсовой информации, удовлетворяющей этим требованиям, из всех возможных источников должен привести к созданию, как минимум, трех БД: *траловой макрофауны пелагиали и дна, и сетного зоопланктона* — мезофауны (рис. 2). Под *макрофауной* в данном случае подра-

зумеваются животные с размерами тела от 1 см до нескольких метров и массой тела от граммов до сотен кг. Фактически, это все животные, которые облавливаются тралами, оснащенными мелкой ячейной вставкой из 10-12-ти миллиметровой дели. Среди них встречаются как сами промысловые животные, так и их пища, хищники, конкуренты, паразиты, симбионты и т.д. *Мезофауна*, облавливаемая планктонной сетью, — организмы с размерами тела менее 1 см и массой от сотен до тысячных долей мг — в основном кормовая база и личинки беспозвоночных и рыб. Самые крупные животные — мегафауна — если не считать гигантских акул и кальмаров, то это киты массой в несколько тонн. Эти, а также другие млекопитающие и морские птицы играют значительную роль в биоценозах [35,36], но надежных количественных оценок плотности их населения на обширных морских акваториях очень мало: эпизодические визуальные их учеты несопоставимы с широко масштабными траловыми и планктонными съемками, регулярно поставляющими огромные массивы достаточно точных данных по обилию остальной фауны. Самые мелкие организмы — микро- и нано- флора и фауна — продуценты и редуценты, к сожалению, тоже слишком редко учитываются этими съемками из-за трудоемкости обработки проб и отсутствия нужных специалистов.

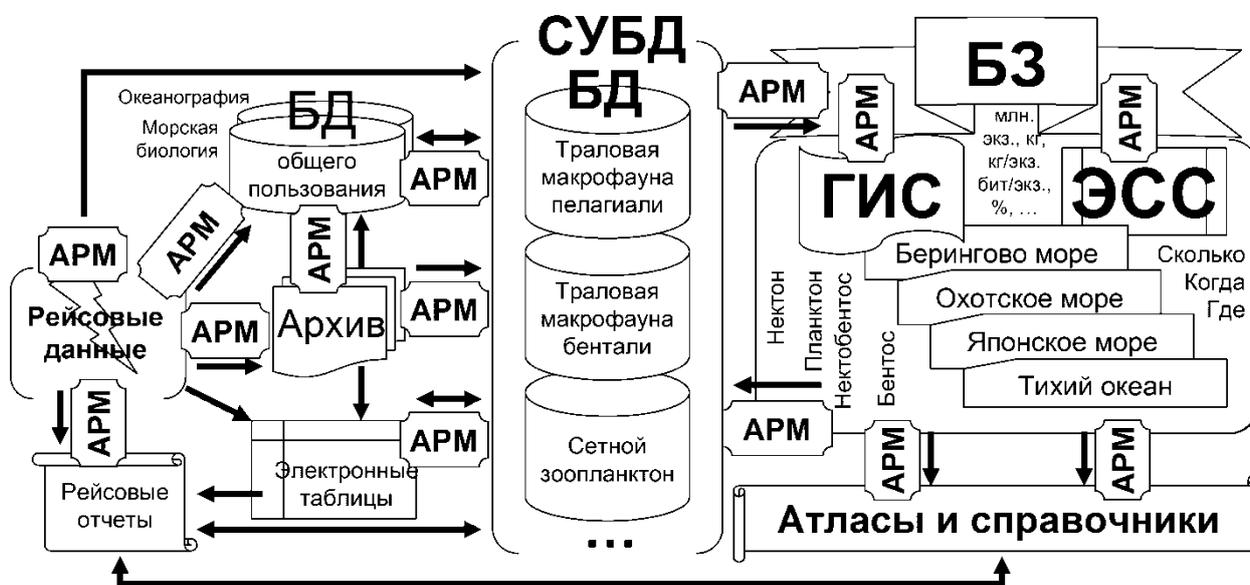


Рис. 2. Принципиальная схема реализации Концепции информационного обеспечения биоресурсных и экосистемных исследований северо-западной Пацифики

Обозначения: БД — базы данных, СУБД — системы управления ими, БЗ — базы знаний, ГИС — геоинформационные системы, ЭСС — электронные справочные системы, АРМ — автоматизированные рабочие места, Архив — хранилище рейсовых данных на бумажных носителях. Стрелками показано движение информации.

Следующим после организации БД естественным шагом должно стать создание на их основе информационных продуктов более высокого уровня — БЗ о ВБР, которые будут содержать уже не исходные первичные данные, а результаты их статистической и картографической обработки (см. рис. 2). Проведение таких работ планируется сразу по двум направлениям: 1) картографическое описание особенностей пространственно-временного распределения животных; 2) количественная оценка встречаемости, плотности населения, валового запаса и видового состава ВБР. В соответствии с первым направлением должны быть подготовлены ГИС, содержащие множество элек-

тронных карт пространственного размещения гидробионтов и опубликованы атласы количественного распределения массовых и экологически либо экономически значимых видов с наиболее интересными и показательными картами для каждого моря и/или всей северо-западной Пацифики. В соответствии со вторым направлением нужно создать ЭСС со статистическими таблицами различных показателей обилия абсолютно всех видов гидробионтов, информация о которых попала в БД, а по ее материалам издать табличные приложения к атласам и/или отдельные справочники. Эта часть работы важна сама по себе, к тому же, она будет способствовать дополнительной верификации и уточнению накопленных в БД данных.

Выполнение перечисленных работ, разумеется, требует разработки множества специализированных программных комплексов АРМ (см. рис. 2) для выполнения рутинных задач по вводу, проверке, редактированию, преобразованию и анализу информации. Созданное в итоге

информационное обеспечение даст возможность оценить плотности и валовые запасы сотен объектов промысла и марикультуры северо-западной Пацифики, пространственно-временную динамику ВБР и состояния содержащих их экосистем; позволит проверить множество важных гипотез, например, об антропогенном глобальном потеплении климата и возможных его последствиях для рыболовства. Дополнительное значение информация о естественном состоянии морских биоценозов приобретает сейчас в связи с началом разработок невозобновимых ресурсов (нефти и газа) на шельфе России и другими видами загрязнения водной среды. Собранные данные станут основой для сравнительных экологических экспертиз, оценки возможных ущербов, принятия решений о необходимости природоохранных или восстановительных мероприятий. Эти же данные – ценнейший материал для фундаментальных исследований по экологии и биогеографии для углубления теоретических представлений об основных принципах организации жизни в Мировом Океане.

В заключение кратко сформулируем *основные положения КИО*.

1. Для неуклонного устойчивого развития ДВ, РФ, АТР требуется экологическая, продовольственная, экономическая и прочая безопасность, которую невозможно обеспечить без рационального природопользования на основе экосистемного подхода к управлению ВБР.

2. Для инвентаризации, бонитировки, мониторинга, прогноза состояния и управления ВБР с применением этого подхода нужна достоверная количественная информация о как можно большем числе компонентов морских биоценозов северо-западной Пацифики за возможно больший период времени, которая есть только в ТИНРО-центре.

3. Эта бесценная информация должна быть организована в БД, на основе которых подготовлены ГИС и ЭСС, а

по ним – атласы и справочники по ВБР, с помощью специально созданных для этого АРМ.

4. Полученное в итоге уникальное информационное обеспечение будет иметь огромную ценность не только для практики, но и науки, как прикладной, так и фундаментальной.

Сведения о ключевых этапах, основных результатах и перспективах реализации КИО в ближайшее время будут опубликованы в журнале «Труды ВНИРО» в серии из трех больших статей [37-39]. В первой [37] подробно рассмотрены цели, стратегия и средства осуществления этой концепции, описаны предыстория и первые этапы ее реализации в ТИНРО-центре, а также некоторые организационные и технические проблемы, которые возникли в самом начале работ, связанных с ее воплощением в жизнь. Во второй [38] описан опыт создания и эксплуатации больших БД для биоресурсных и экосистемных исследований траловой макрофауны пелагиали и дна, показаны их достоинства и неустранимые недостатки, связанные со спецификой планирования и финансирования морских экспедиций. Далее рассмотрены два направления, в которых ведутся работы по созданию БЗ на основе этих БД, а также используемые для этого АРМ и некоторые принятые в ТИНРО-центре стандарты обобщения информации. В третьей статье [39] обсуждаются базы знаний двух типов – ГИС и ЭСС, способы применения в теории и практике сделанных на их основе атласов и табличных справочников, а также пример синтеза информации из нескольких БД и БЗ для ресурсно-экономических исследований. Далее рассказано о создании в ТИНРО-центре новой большой базы данных сетевого зоопланктона (кормовой базы макрофауны) северной Пацифики. Наконец кратко рассмотрены ближайшие задачи и дальнейшие перспективы реализации КИО.

Литература:

1. Адрианов А.В. Экологическая безопасность дальневосточных морей России // Вестник Российской Академии Наук. 2011. Т. 81, N 2. С. 111-119.
2. Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С. Биологические ресурсы дальневосточной российской экономической зоны: Структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Изв. ТИНРО. 1997. Т. 122. С. 3-15.
3. Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Иванов О.А., Глебов И.И. Современный статус, структура и рыбопродуктивность пелагических и донных сообществ макроэкосистем дальневосточных морей // Исследования морских экосистем и биоресурсов. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2007. С. 502-518.
4. Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С., Волков А.Ф., Найденко С.В., Чучукало В.И., Волвенко И.В. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в дальневосточной российской экономической зоне // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 75-176.
5. Шунтов В.П. Несвоевременные заметки о положении в рыбном хозяйстве и рыбохозяйственной науке в современной России // Биол. N 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2013. С. 226-235.
6. FishNews, 2014 – <http://fishnews.ru/news/22709>
7. FishNews, 2015 – <http://fishnews.ru/news/25568>
8. Бочаров Л.Н. Перспективный подход к обеспечению населения продуктами рыболовства // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 3-18.
9. Бочаров Л.Н. Развитие рыбохозяйственной науки на Дальнем Востоке. Задачи и особенности современного этапа // ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000-2010 гг. Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. С. 3-24.
10. Exploitation of marine communities / R.M. May ed. Berlin ets.: Springer-Verlag, 1984. 367 p.
11. Шунтов В.П. Биологические ресурсы дальневосточных морей: перспективы изучения и освоения // Биол. моря. 1988. N 3. С. 3-14.
12. Шунтов В.П. Экосистемные исследования ТИНРО биологических ресурсов дальневосточных морей // ТИНРО-70. Владивосток: ТИНРО, 1995. С. 20-31
13. Лапко В.В. Экосистемное изучение биологических ресурсов в ТИНРО-Центре // ТИНРО – 75 лет (от ТОНС до

ТИНРО-центра). Владивосток: ТИНРО, 2000. С. 146-154.

14. Бочаров Л.Н., Шунтов В.П. Состояние и задачи современного этапа экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей России // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход. Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. С. 3-8.

15. Доклады международной конференции «Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход» / Изв. ТИНРО. 2004. Т. 137. 423 с.

16. Дулепова Е.П. Экосистемные исследования ТИНРО-центра в дальневосточных морях // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 141. С. 3-29.

17. The future of fisheries science in North America / R.J. Beamish, B.J. Rothschild eds. Netherlands: Springer Science, Business Media, 2009. Ser. 31. 736 p.

18. Булатов О.А., Котенев Б.Н. Перспективы экосистемного управления промыслом // Тез. докл. Всерос. науч. конф. «Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: проблемы и перспективы». М.: ВНИРО, 2012. С. 10-11.

19. Шунтов В.П., Темных О.С. Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими биоресурсами // Известия ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 3-29.

20. Бизиков В.А., Буяновский А.И., Гончаров С.М., Поляков А.В., Попов С.Б., Сидоров Л.К. Базы данных и геоинформационные системы в управлении водными биологическими ресурсами // Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов: материалы Первой научной школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Моисеева. Звенигород, 15-19 апреля 2013 г. М.: Изд-во ВНИРО, 2013. С. 108-133.

21. Колесников С.И. Природопользование. Ростов-на-Дону: РГУ, 1999. 40 с.

22. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.

23. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

24. Коробкин В.И., Предельский Л.В. Экология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. 603 с.

25. Адрианов А.В., Тарасов В.Г. Современные проблемы экологической безопасности морских акваторий Дальнего Востока РФ // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 177-194.

26. Адрианов А.В. Современные технологии мониторинга и обеспечения экологической безопасности дальневосточных морей России // Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов: материалы Первой научной школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Моисеева. Звенигород, 15-19 апреля 2013 г. М.: Изд-во ВНИРО, 2013. С. 47-50.

27. Adrianov A.V. Modern problems of environmental safety of the Far Eastern seas of Russian Federation // Marine Biodiversity and Ecosystem Dynamics of the Northwest Pacific Ocean. Beijing: Science Press, 2014. P. 42-66.

28. Васенькина Е.Ю., Мазуров Ю.Л. Управление природопользованием: географический контекст // Рациональное природопользование: теория, практика, образование. М.: МГУ, 2012. С. 32-39.

29. Наше общее будущее. Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию. (Пер. с англ.). М.: Прогресс, 1989. 376 с.

30. Урсул А.Д., Романович А.Л. Концепция устойчивого развития и проблема безопасности // Философия науки. Новосибирск, 2001. № 3. С. 83-105.

31. Касимов Н.С., Мазуров Ю.Л., Тикунов В.С. Феномен концепции устойчивого развития и его восприятие в России // Вестник Российской академии наук. 2004. № 1. С. 28-36.

32. Суханов В.В., Тиллер И.В. Уловы в камчатских популяциях лососей: спектральный анализ колебаний // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 814-824.

33. Волвенко И.В. Десять направлений деятельности регионального центра данных ФГУП «ТИНРО-Центр» // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-центр, 2013. С. 95-105.

34. Волвенко И.В. Лаборатория регионального центра данных (РЦД) ФГУП «ТИНРО-центр»: ее роль в прогнозировании состояния сырьевой базы отечественного рыболовства и основные направления деятельности // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 176. С. 3-15.

35. Шунтов В.П. Птицы дальневосточных морей России. Т. 1. Владивосток: ТИНРО, 1998. 423 с.

36. Шунтов В.П., Иванов О.А. Морские млекопитающие в макроэкосистемах дальневосточных морей и сопредельных вод северной Пацифики // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 181. С. 0-00. (В печати).

37. Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 1. Концепция, предыстория, начало реализации // Труды ВНИРО. 2015. Т. 000. С. 0-00. (В печати).

38. Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 2. Базы данных, базы знаний, автоматизированные рабочие места // Труды ВНИРО. 2015. Т. 000. С. 0-00. (В печати).

39. Волвенко И.В. Информационное обеспечение комплексных исследований водных биоресурсов северо-западной Пацифики. Часть 3. ГИС, атласы, справочники, новые перспективы // Труды ВНИРО. 2015. Т. 000. С. 0-00. (В печати).

Влияние фосфолипидной и белковой добавок на влагоудерживающую способность сырного теста

Губа Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент
Краснодарский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова
(г. Краснодар)

В статье приводится анализ влияния фосфолипидной и белковой добавок на влагоудерживающую способность сырного теста. Исследованы технологические свойства фосфолипидных и белковых продуктов. Приводится оценка поверхностно-активных свойств и влагоудерживающей способности фосфолипидных продуктов, а также оценка влагоудерживающей способности белковых БАД.

Ключевые слова: твердый сычужный сыр, функциональные продукты питания, белок, фосфолипидный продукт, влагоудерживающая способность.

В рамках концепции развития сыроделия предусмотрено проведение исследований по изысканию резервов увеличения объемов производства сычужных сыров за счет изменения структуры и рационального использования молока, включая вторичное молочное сырье, создания эффективных биотехнологий сычужных сыров с использованием сырья немолочного происхождения.

С целью регулирования технологических и потребительских свойств твердого сычужного сыра, а также его физиологической активности были выбраны фосфолипидные и белковые добавки, полученные из растительных объектов.

В качестве фосфолипидных добавок, позволяющих регулировать технологические свойства твердого сычужного сыра, а также его потребительские свойства, в том числе пищевую ценность, физиологическую активность и сохранность, был выбран фосфолипидный продукт «Холин»

(отечественного производства), представляющий собой спирторастворимые группы фосфолипидов, полученный путем фракционирования подсолнечных активированных фосфолипидов с применением этилового спирта. Для сравнения был взят импортный аналог фосфолипидного продукта «Холин», а именно, фосфолипидный продукт «Натин-130», полученный путем фракционирования соевых фосфолипидных концентратов.

Учитывая, что одним из наиболее важных технологических свойств фосфолипидных продуктов, позволяющих регулировать свойства сложных пищевых систем, являются поверхностно-активные свойства, изучали указанные свойства на границе раздела фаз «молочный жир-вода».

В таблице 1 приведены данные, характеризующие поверхностно-активные свойства исследуемых фосфолипидных продуктов.

Таблица 1. Сравнительная характеристика поверхностно-активных свойств фосфолипидных продуктов

Наименование системы	Наименование и значение показателя	
	Поверхностная активность, (н/м)/(моль/дм)	Максимальная адсорбция Гиббса, (моль/дм ²) • 10 ⁶
«Молочный жир - фосфолипидный продукт «Холин» - вода» при температуре: 35°C 40°C	930	1,150
	940	1,160
«Молочный жир - фосфолипидный продукт «Натин-130» при температуре: 35°C 40°C	860	1,107
	880	1,115

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что фосфолипидный продукт «Холин» проявляет более высокие поверхностно-активные свойства по сравнению с импортным аналогом «Натин-130», что обусловлено более высоким содержанием в фосфолипидном продукте «Холин» фосфатидилхолинов и фосфатидилэтаноламинов (48% против 38%), обладающих наибольшей поверхностной активностью из всех групп фосфолипидов.

Более высокая поверхностная активность фосфолипидного продукта «Холин» подтверждена также значениями максимальной адсорбции Гиббса.

Наряду с поверхностно-активными свойствами, не менее важным технологическим свойством добавок, применяемых в производстве твердых сычужных сыров, является их влагоудерживающая способность. Учитывая это, проводили сравнительную оценку влагоудерживающей способности фосфолипидных продуктов.

Для сравнения были взяты также подсолнечные активированные фосфолипиды (отечественного производства) и соевые фосфолипидные концентраты (импортного производства), из которых были получены фосфолипидные продукты «Холин» и «Натин-130».

На рисунке 1 приведены диаграммы, характеризующие влагоудерживающую способность фосфолипидных продуктов.

Показано, что из исследуемых добавок фосфолипидный продукт «Холин» обладает максимальной влагоудерживающей способностью, что также обусловлено более высоким содержанием в нем по сравнению с другими фосфолипидными продуктами фосфатидилхолинов, обладающих максимальной влагоудерживающей способностью по сравнению с другими группами фосфолипидов.

На основании проведенных исследований в качестве фосфолипидной добавки был выбран фосфолипидный

продукт «Холин».

Учитывая, что одним из технологических свойств БАД, применяемых в производстве сыров, является влагоудерживающая способность, определяли этот показатель.

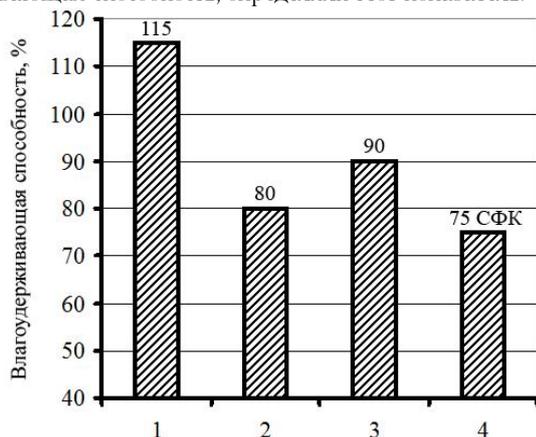


Рис. 1. Влагоудерживающая способность фосфолипидных продуктов:

- 1 – фосфолипидный продукт «Холин»;
- 2 – подсолнечные активированные фосфолипиды (ПАФ);
- 3 – фосфолипидный продукт «Натин-130»;
- 4 – соевые фосфолипидные концентраты (СФК).

На рисунке 2 приведены данные, характеризующие влагоудерживающую способность исследуемых белковых добавок.

Из приведенных данных видно, что БАД «Чечевичка»

Таблица 2. Аминокислотный состав белков БАД «Чечевичка» и соевой муки

Наименование аминокислоты	Содержание, г/100г белка		Идеальный белок ФАО/ВОЗ, мг/г
	«Чечевичка»	Соевая мука	
Незаменимые аминокислоты, в том числе:	44,76	40,40	36,00
изолейцин	5,37	4,30	4,00
лейцин	9,55	7,10	7,00
лизин	8,35	6,30	5,50
метионин+цистин	2,54	4,20	3,50
треонин	5,70	4,10	4,00
фенилаланин+тирозин	6,25	8,50	6,00
триптофан	1,00	1,20	1,00
валин	6,00	4,70	5,00

По содержанию и составу аминокислот БАД «Чечевичка» не уступает соевой муке, а также не содержит антипитательных веществ, например, ингибиторов трипсина, в отличие от семян сои.

Исследование влияния фосфолипидной и белковой добавок на влагоудерживающую способность сырного теста производили на сыре «Вита». В качестве контроля использовали твердый сычужный сыр «Богатырь Кубани» с низкой температурой второго нагревания с содержанием жира 45% (без введения добавок).

Фосфолипидный продукт «Холин» вводили в виде эмульсии в обезжиренном молоке, а БАД «Чечевичка» - в виде суспензии в обезжиренном молоке на стадии получения нормализованной молочной смеси перед ее свертыванием.

Предварительными опытами показано, что наиболее эффективно указанные добавки вводить при соотношении добавка:обезжиренное молоко, равном 1:5.

Данные по влиянию фосфолипидного продукта «Холин» на влагоудерживающую способность сырного теста после прессования приведены на рисунке 3.

обладает более высокой влагоудерживающей способностью по сравнению с соевой мукой, что обусловлено более высоким суммарным содержанием в ее составе белков и пищевых волокон, а также более низким содержанием липидов.

Учитывая, что для создания функциональных продуктов с применением белковых добавок немаловажным является аминокислотный состав белков, изучали состав аминокислот.

В таблице 2 приведен состав аминокислот белков БАД «Чечевичка» и соевой муки.

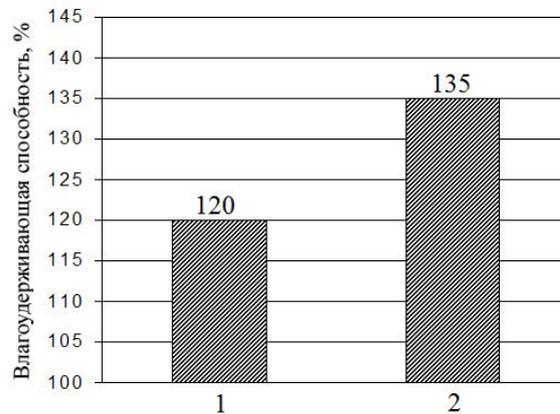


Рис. 2. Сравнительная оценка влагоудерживающей способности белковых добавок:

- 1 – Соевая мука;
- 2 – БАД «Чечевичка».

Из приведенных диаграмм видно, что с увеличением дозировки фосфолипидного продукта «Холин» до 0,4% к массе молока влагоудерживающая способность сырного теста после прессования увеличивается до 135% по сравнению с контролем (без добавки), при этом дальнейшее увеличение дозировки фосфолипидного продукта не приводит к нарастанию влагоудерживающей способности сырного теста.

На рисунке 4 приведены данные по влиянию белковой БАД «Чечевичка» на влагоудерживающую способность сырного теста после прессования.

Показано, что влагоудерживающая способность сырного теста, как с введением фосфолипидного продукта «Холин», так и с введением БАД «Чечевичка» выше по сравнению с контрольным образцом, что обуславливает эффективность применения этих добавок для регулирования технологических свойств и показателей качества твердых сычужных сыров.



Рис. 3. Влияние фосфолипидного продукта «Холин» на изменение влагоудерживающей способности сырного теста после прессования

Следует отметить, что с увеличением дозировок фосфолипидного продукта «Холин» до 0,4% и БАД «Чечевичка» до 0,2% влагоудерживающая способность сырного теста после прессования увеличивается, дальнейшее увеличение дозировок не приводит к росту влагоудерживающей способности.

Кроме этого, влагоудерживающая способность сырного теста с введением БАД «Чечевичка» выше, чем влагоудерживающая способность сырного теста с введением фосфолипидного продукта «Холин», что объясняется большей влагоудерживающей способностью БАД «Чечевичка» (135%) по сравнению с фосфолипидным продуктом «Холин» (115%).

Таблица 3. Содержание протонов воды с различными формами связи в твердых сычужных сырах

Наименование образца	Содержание различных форм воды, % к общему содержанию влаги			
	Прочно-связанная	Связанная	Слабо-связанная	Свободная
Контрольный	5,9	57,8	24,5	11,8
Обогащенный добавкой: фосфолипидный продукт «Холин», 0,4% к массе молока	7,5	65,7	21,3	5,5
БАД «Чечевичка», 0,2% к массе молока	8,0	67,5	19,5	5,0

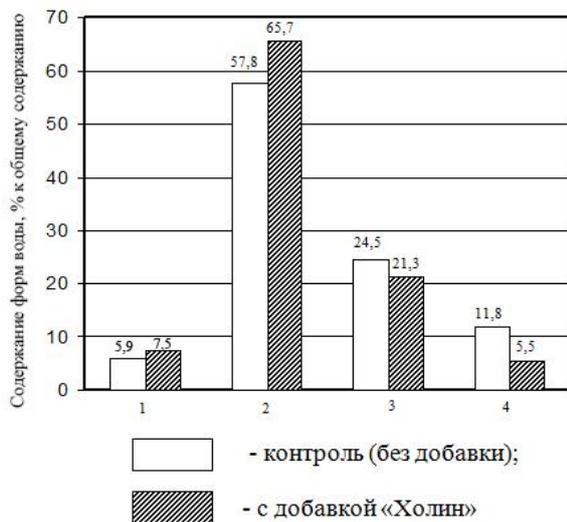


Рис. 5. Влияние фосфолипидного продукта «Холин» на формы связи влаги в твердом сычужном сыре: 1 – прочносвязанная; 2 – связанная; 3 – слабосвязанная; 4 – свободная.

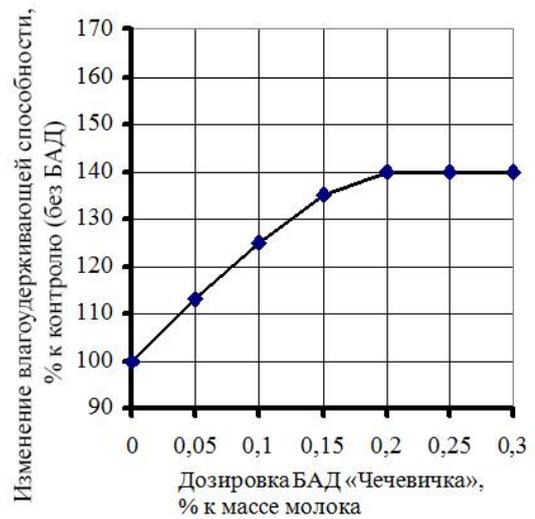


Рис. 4. Влияние БАД «Чечевичка» на изменение влагоудерживающей способности сырного теста после прессования

Полученные данные были подтверждены исследованиями ядерно-магнитных релаксационных характеристик протонов воды в образцах твердого сычужного сыра, позволяющих определить содержание прочносвязанной, связанной, слабосвязанной и свободной форм влаги в твердом сычужном сыре.

В таблице 3 и на рисунках 5 и 6 приведены данные, характеризующие влияние фосфолипидного продукта и БАД «Чечевичка» на формы связи влаги в твердом сычужном сыре.

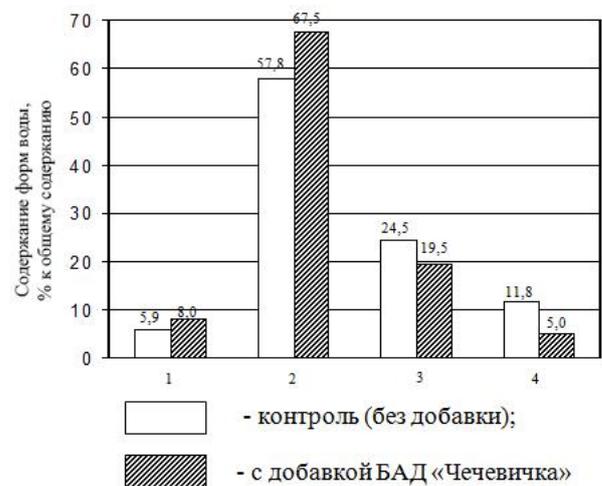


Рис. 6. Влияние БАД «Чечевичка» на формы связи влаги в твердом сычужном сыре: 1 – прочносвязанная; 2 – связанная; 3 – слабосвязанная; 4 – свободная.

Из приведенных в таблице 3 и на рисунках 5 и 6 данных видно, что внесение, как фосфолипидного продукта «Холин», так и БАД «Чечевичка» приводит к увеличению содержания прочносвязанной и связанной влаги при снижении содержания слабосвязанной и свободной влаги.

Так содержание прочносвязанной и связанной влаги в твердом сычужном сыре с добавлением фосфолипидного продукта «Холин» увеличилось на 9,5% по сравнению с

контролем, а с добавлением БАД «Чечевичка» - на 11,8% по сравнению с контролем.

Более высокое содержание прочносвязанной и связанной влаги в твердом сычужном сыре с добавлением БАД «Чечевичка» объясняется более высокой влагоудерживающей способностью БАД «Чечевичка» по сравнению с фосфолипидным продуктом «Холин».

Литература:

1. Австриевских А. Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский и др./ Новосибирск: Сиб-е университетское изд-во, 2005.-413с.
2. Исследование рецептур продуктов функционального назначения/ Ю.В. Боголюбовская // Пищевая промышленность.- 2007г.-№4.-с.70-71.
3. Новые технологии в области сыроделия/ И.А.Шергина, О.В. Лепилкина и др.// Сыроделие и маслоделие.- 2008г.-№2.-с.14-15.
4. Сырный продукт с соевым белком /И.А. Шергина, Г.Д. Перфильев и др.// Переработка молока.-2007г.-№12.-с.38-39.
5. Сыроделие в России и за рубежом: сравнительный анализ изобретательной активности/ О.Н. Мусина// Сыроделие и маслоделие.- 2008г.-№1.-с.19-21
6. Пат.420563 GB A23 C19/05H.Improvements in or relating to the manufacture of cheese.
7. Пат. 5234707 US A23 C19/082. Processed cheese preparations and method of making.
8. Пат.891098 GB A23 C19/076. A method for the preparation of cheese and cheese-like products.
9. Lawrence R. C. In: «Factors affecting the yield of cheese». IDF, Doc. 194, 1991.

Поиск оптимальных параметров алгоритма Lucas-Kanade

Ермолчев Алексей Юрьевич, лаборант

«Научное предприятие «Цезис»

Свирин Илья Сергеевич, кандидат технических наук

ЗАО «Нордавинд»

Задача трекинга — определение местоположения движущегося объекта (нескольких объектов) во времени с помощью камеры, является одной из самых часто возникающих задач в системах компьютерного зрения. Системы трекинга обычно используют модель движения, которая описывает, как может изменяться изображение целевого объекта при всевозможных различных его движениях. При всей кажущейся сложности, на практике зачастую достаточно найти смещения двумерных проекций объектов в плоскости кадра. При необходимости проследить смещение объекта относительно его положения на предыдущем кадре, в первую очередь, поможет оптический поток (*optical flow*).

Описание алгоритма

Один из самых широко используемых дифференциальных методов оценки оптического потока является метод *Lucas-Kanade*, основанный на частных производных сигнала [1–2].

Приведем основное уравнение оптического потока:

$$\nabla I^T \cdot \vec{V} = -I_t$$

Уравнение содержит две неизвестных переменных и не может быть однозначно разрешено. Алгоритм *Lucas-Kanade* обходит неоднозначность за счет использования информации о соседних пикселях в каждой точке. Метод основан на предположении, что в локальной окрестности каждого пикселя p значение оптического потока одинаково; таким образом, можно записать основное уравнение оптического потока для всех пикселей окрестности и решить полученную систему уравнений методом наименьших квадратов. Алгоритм *Lucas-Kanade* менее чувствителен к шуму на изображениях, чем поточные методы, однако является сугубо локальным и не может определить направление движения пикселей внутри однородных областей.

Предположим, что смещение пикселей между двумя кадрами невелико. Рассмотрим пиксель p , тогда, по алгоритму *Lucas-Kanade*, оптический поток должен быть одинаков для всех пикселей, находящихся в окне с центром в p . А именно, вектор оптического потока (V_x, V_y) в точке p должен быть решением системы уравнений:

$$\begin{cases} I_x(q_1)V_x + I_y(q_1)V_y = -I_t(q_1) \\ I_x(q_2)V_x + I_y(q_2)V_y = -I_t(q_2) \\ \dots \\ I_x(q_n)V_x + I_y(q_n)V_y = -I_t(q_n) \end{cases}$$

где

q_1, q_2, \dots, q_n — пиксели внутри окна,

$I_x(q_i), I_y(q_i), I_t(q_i)$ — частные производные изображения I по координатам x и y и времени t , вычисленные в точке

q_i .

Это уравнение может быть записано в матричной форме: $Av = b$, где

$$A = \begin{bmatrix} I_x(q_1) & I_y(q_1) \\ I_x(q_2) & I_y(q_2) \\ \vdots & \vdots \\ I_x(q_n) & I_y(q_n) \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} -I_t(q_1) \\ -I_t(q_2) \\ \vdots \\ -I_t(q_n) \end{bmatrix}$$

Полученную переопределенную систему решаем с помощью метода наименьших квадратов. Таким образом, получается система уравнений 2Ч2:

$$A^T Av = A^T b, \text{ откуда } v = (A^T A)^{-1} A^T b,$$

где A^T — транспонированная матрица A . Получаем:

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i I_x(q_i)^2 & \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) \\ \sum_i I_x(q_i)I_y(q_i) & \sum_i I_y(q_i)^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_i I_x(q_i)I_t(q_i) \\ -\sum_i I_y(q_i)I_t(q_i) \end{bmatrix}$$

Необходимым условием для работы с алгоритмом трекинга *Lucas-Kanade* является выбор параметров — порога фильтрации точек, количества уровней пирамид, размера окна поиска на каждом уровне пирамиды и критерия прекращения итерационного алгоритма поиска — при которых будет наблюдаться оптимальное соотношение ошибки вычисления и времени работы алгоритма.

В качестве алгоритма, используемого для проведения эксперимента — поиска оптимальных параметров — использовалась реализация алгоритма из библиотеки *opencv*. В данной библиотеке алгоритм *Lucas-Kanade* может быть запущен посредством вызова следующей *C++* функции:

```
void calcOpticalFlowPyrLK(
    InputArray prevImg,
    InputArray nextImg,
    InputArray prevPts,
    InputOutputArray nextPts,
    OutputArray status,
    OutputArray err,
    Size winSize=Size(21,21),
    int maxLevel=3,
    TermCriteria criteria=
    TermCriteria(
    TermCriteria::COUNT+TermCriteria::EPS,
    30, 0.01),
    int flags=0,
    double minEigThreshold=1e-4 )
```

Ниже приведено описание параметров, для которых в процессе проведения эксперимента предстоит выбрать оптимальные значения:

- *minEigThreshold*. Алгоритм находит минимальное собственное значение матрицы пространственных градиентов уравнения оптического потока, поделенное на количество пикселей в окне поиска, и если это значение меньше, чем *minEigThreshold*, то соответствующая точка отфильтровывается, и ее оптический поток не обрабатывается, что позволяет удалить «плохие» точки и получить повышение производительности.

- *maxLevel*. Если *maxLevel* установлен в 0, пирамиды не используются (один уровень), если установлен в 1, используется пирамида из двух уровней, и так далее.

- *winSize*. Размер окна поиска на каждом уровне пирамиды.

- *criteria*. Критерии прекращения итерационного алгоритма поиска (после указанного максимального числа итераций *criteria.maxCount*, или когда окно поиска станет меньше, чем *criteria.epsilon*).

Задача эксперимента — определить, при каких значениях входных параметров *minEigThreshold*, *maxLevel*, *winSize* и *criteria* данный алгоритм будет иметь минимальную ошибку вычисления и минимальное время обработки на заданном множестве возможных значений параметров. Так как требование минимальной ошибки и минимального времени обработки противоречивы, то необходимо оптимальное соотношение между этими величинами. Таким образом, рассматриваемая задача — является задачей многокритериальной оптимизации.

Сначала необходимо исказить изображения, чтобы создать выборку для исследования алгоритма трекинга. Алгоритм этих преобразований описан ниже:

1. Выбор 10 произвольных изображений, на каждом из которых случайным образом отмечена точка (её координаты записываются в файл).

2. Выбор одного изображения выборки.

3. К выбранному изображению последовательно применяются аффинные преобразования (масштабирование и параллельный перенос). В результате получается новое изображение. Новые координаты точки, отмеченной в п. 1 на исходном изображении, сохраняются в файл.

4. К полученному в предыдущем пункте изображению применяются аффинные преобразования. В результате получается новое изображение и новые координаты точки.

5. Процесс продолжается по аналогии еще 98 раз. Таким образом, получается 100 новых изображений (и отмеченных

на них точек) для одного изображения исходной выборки

6. Выбор следующего изображения из исходной выборки и для него повторяются действия пунктов 3-5.

В итоге получилось 10 выборок по 100 изображений в каждой.

После применения аффинных преобразований вычисляются координаты точек: аналитически и с помощью алгоритм трекинга *Lucas-Kanade*. Для каждой пары точек ошибка вычислялась следующим образом: пусть $(x_1; y_1)$ — координаты точки, полученной с помощью аналитического расчёта, а $(x_2; y_2)$ — координаты точки, полученной с помощью алгоритма трекинга. Тогда ошибка d вычисляется как среднееквадратичное расстояние между аналитическим расчётом координат точки и расчётом координат этой же точки с помощью алгоритма *Lucas-Kanade*, по формуле:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Ниже приведена общая последовательность действий по анализу значений параметров алгоритма трекинга:

1. Фиксируются параметры алгоритма трекинга.

2. Берется множество из 100 искаженных изображений, сгенерированных ранее и соответствующих одному из изображений исходной выборки, и для каждых двух последовательных изображений множества вычисляется ошибка и время работы алгоритма. В конце вычисляется средняя ошибка и среднее время работы алгоритма.

3. Шаг 2 повторяется для каждых 100 изображений, соответствующих изображениям исходной выборки. В итоге мы имеем 10 значений средней ошибки и 10 значений среднего времени работы алгоритма.

4. Усредняются средние значения, полученные на предыдущем шаге. Результаты заносятся в таблицу (см. Табл. 1).

5. Изменяется значение одного из параметров алгоритма (*minEigThreshold*, *maxLevel* или *winSize*), а затем повторяются шаги 2–5 до тех пор, пока все возможные сочетания параметров алгоритма (из заданных интервалов) не будут перебраны.

В данном эксперименте:

1. Параметр *minEigThreshold* изменялся от 0,1 до 0,001 с множителем 0,1.

2. Параметр *maxLevel* — от 1 до 4 с шагом 1.

3. Параметр *winSize* — от 3 до 59 с шагом 2 (брались только нечётные значения).

В табл. 1 приведена часть результатов, полученных в процессе анализа значений параметров алгоритма трекинга.

Таблица 1. Зависимость ошибки и времени работы алгоритма трекинга от входных параметров

<i>minEigThreshold</i>	<i>maxLevel</i>	<i>winSize</i>	<i>average difference</i>	<i>average time</i>
0,1	1	3	157,4285000	0,0014998
0,1	1	5	141,2771300	0,0015417
0,1	1	7	65,5367240	0,0015830
0,1	1	9	31,4928630	0,0015702
0,1	1	11	24,5364290	0,0016121
0,1	1	13	21,0288450	0,0016513
0,1	1	15	26,4307920	0,0016966
0,1	1	17	11,8516820	0,0017262
0,1	1	19	12,0752020	0,0017485

Из данной таблицы необходимо было выбрать оптимальные параметры. Для этого был использован *критерий Парето* (Предположим, что рассматриваются два набора параметров, M и N . Говорят, что M доминирует N по Парето, если M не хуже N по всем критериям и хотя бы по одному критерию превосходит N . Если так оно и есть на самом деле, то, действительно, в выборе N нет никакого смысла. Ведь M по всем параметрам не уступает, а по каким-то и выигрывает N [3]).

В соответствии с данным критерием были выбраны следующие параметры:

minEigThreshold=0,001,

maxLevel=3,

winSize=(21; 21).

Для данных параметров с целью определить влияние параметра *criteria* на ошибку и среднее время работы алгоритма был проведён ещё один эксперимент (см. Рис. 1-4).

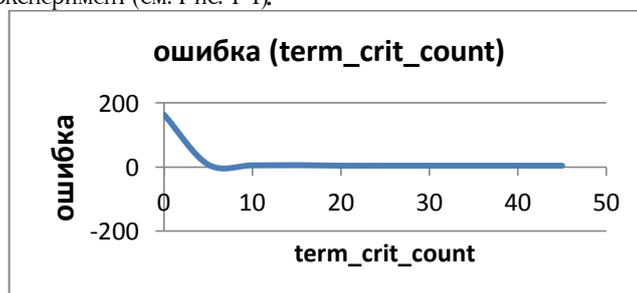
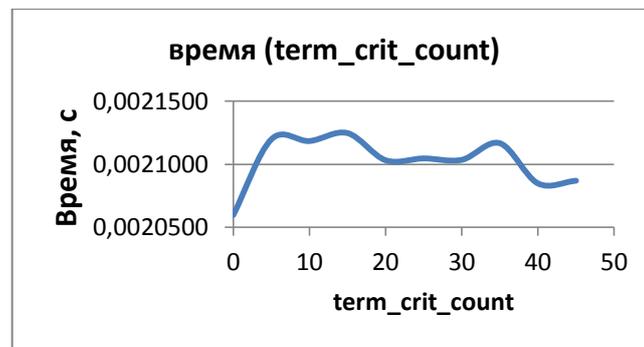
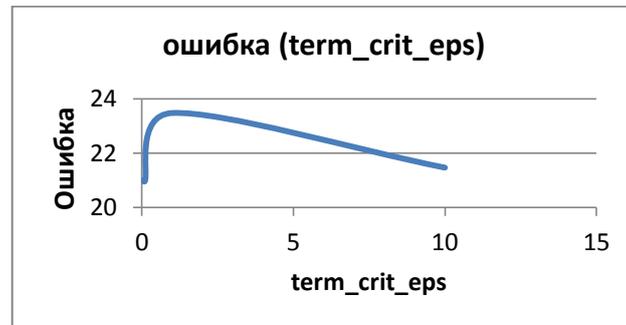
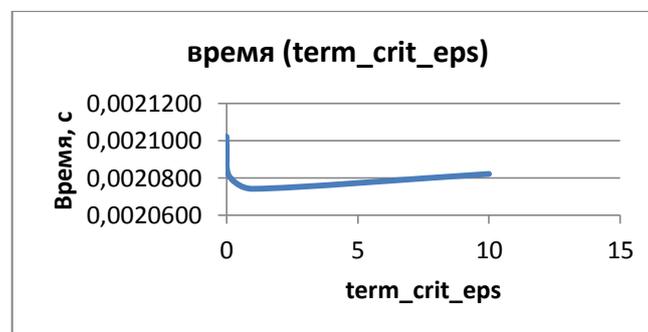


Рис. 1. Зависимость ошибки алгоритма от параметра *term_crit_count*

Рис. 2. Зависимость времени работы алгоритма от параметра *term_crit_count*Рис. 3. Зависимость ошибки алгоритма от параметра *term_crit_eps*Рис. 4. Зависимость времени работы алгоритма от параметра *term_crit_eps*

На рис.1 видно, что при значении параметра *term_crit_count* больше 5 величина ошибки стремится к нулю, тогда как закономерность изменения времени работы алгоритма от этого параметра (рис. 2) определить трудно.

На рис. 3 показано, как изменяется ошибка в зависимости от изменения параметра *term_crit_eps* и видно, что при значении параметра больше 2 значение ошибки убывает, тогда как на рис. 4, где отображена зависимость времени работы алгоритма от этого же параметра, после значения 2 время, наоборот, возрастает.

Таким образом, для решения задачи, описанной в данной работе, был проведён эксперимент, в ходе которого и были выявлены необходимые значения параметров алгоритма трекинга *Lucas-Kanade*, а для параметра *criteria* были построены графики, на которых можно увидеть зависимости ошибки и времени работы алгоритма от этого параметра.

Литература:

1. Лукьяница А.А. Цифровая обработка видеоизображений / А.А. Лукьяница, А.Г. Шишкин. — М.: Ай-Эс-Эс Пресс, 2009. — 518 с.
2. Lucas B.D. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision / B.D. Lucas, T. Kanade // Proceedings of the 7th international joint conference on Artificial intelligence. — 1981. — Vol. 2. — P. 674–679.
3. Перевод раздела из книги Luke S. Essentials of Metaheuristics. A Set of Undergraduate Lecture Notes. Zeroth Edition. Online Version 0.5. October, 2009 (<http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>).
4. Солодова Е.Н., Епишина Е.В., Набильская Н.В. Анализ рынка облачного сервиса интеллектуальной обработки видеопотоков высокой доступности, интегрированного с корпоративными и ведомственными видеоподсистемами, основанных на использовании открытых протоколов. // Проблемы экономики и менеджмента, №2, 2015, с.132-135.
5. Солодова Е.Н., Епишина Е.В. Влияние регионального университета на малое инвестиционное предприятие (на примере Международного университета природы, общества и человека «Дубна» и ООО «Научное предприятие «Цезис»)) // Сборник научных работ II международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, февраль 2015). — Москва: ЕНО, 2015. — 350 с.

Разработка комплексного технологического процесса перевозок железнодорожным и другими видами транспорта для обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов Юга России

Зубков Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Камышова Юлия Игоревна, аспирант

Ростовский государственный университет путей сообщения

В последние годы Южный и Крымский регионы все чаще привлекают внимание общества страны, её руководителей, Министерства транспорта и ОАО «РЖД». Общая задача, которой связаны эти регионы, заключается в налаживании надежных транспортных связей, поддерживающих нормальную социальную и экономическую жизнь Крымской республики и её транспортную сеть, в том числе морские порты.

В настоящее время начинается строительство моста через Керченский пролив (Тузлинский вариант), который увеличит объемы перевозок пассажиров и грузов железнодорожным и другими видами транспорта между материковой частью России и полуостровом Крым. Он обеспечит решение стратегических задач страны, строительство новых и модернизацию существующих морских портов. При проектировании этих портов закладываются грузопотоки, которые будут поступать по мосту со стороны Южного региона. Известно высказывание Президента России В.В. Путина о том, что существующие и перспективные порто-

вые терминалы Крыма и Южного региона должны дополнять друг друга.

Для достижения этих целей требуется обосновать рациональное распределение объема грузовой базы между портами Азово-Черноморского бассейна (АЧБ) и установить этапы их развития. В связи с постановкой такой задачи, учеными РГУПС проанализированы мощности подходов к припортовым станциям и уровень загрузки портов Южного региона и Крыма, перечень номенклатур грузов, с которыми они работают, для установления их специализации и объемов перевалки грузов.

Транспортная подсистема Южного региона характеризуется стабильным ростом внешнеторговых перевозок, развитием инфраструктуры железнодорожного и др. видов транспорта на подходах к транспортным узлам Южного региона России (рис. 1). На текущий момент пропускная способность портов Краснодарского края, оценивается в 70 млн. тонн.

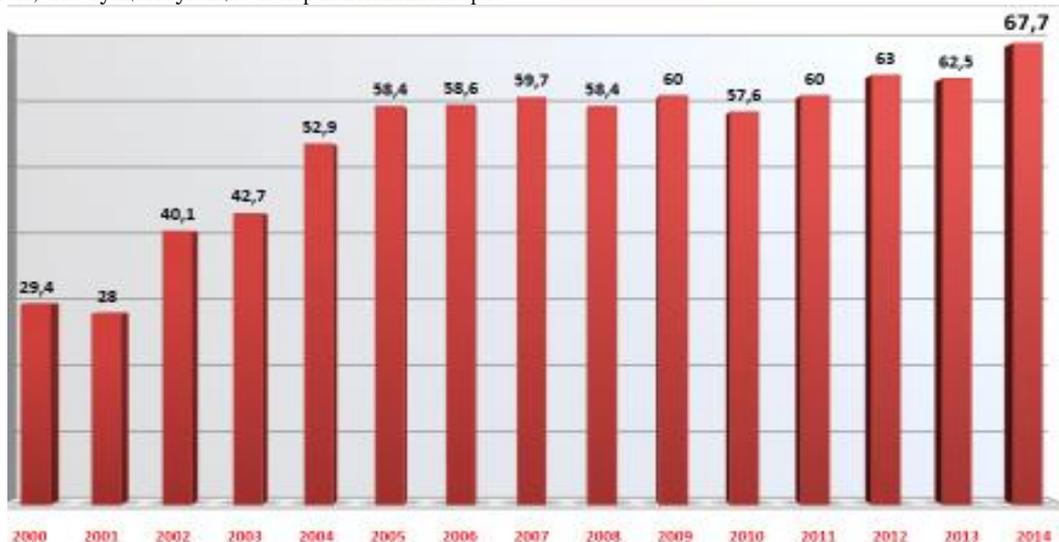


Рис. 1. Динамика грузооборота припортовых станций Северо-Кавказской железной дороги за период с 2000 по 2014 год (млн. тонн)

К 2020 году предполагаемый объем экспортного грузопотока Южного региона возрастет до 120 млн. тонн. В то же время анализ показывает, что на текущий момент на Северо-Кавказской железной дороге протяженность «узких мест» уже составляет более 800 км, что значительно осложняет процесс перевозок. Это привело к снижению провозной способности ряда железнодорожных направлений и задержкам поездов на подходах к портам. Решение этой проблемы лежит в двух плоскостях: усиление железнодорожной инфраструктуры и организация движения поездов повышенного веса.

Начиная с 2007 года, за счет средств ОАО «РЖД» реализуются два инвестиционных проекта по комплексной реконструкции участков Котельниково — Тихорецкая —

9 км и 9 км — Юровский — Анапа — Темрюк — Кавказ. Всего запланировано построить 470 км вторых главных путей, удлинение станционных приемоотправочных путей до 1050 метров и строительство обхода Краснодарского узла протяженностью около 70 км. На данный момент уже построено и введено в эксплуатацию 243 км вторых главных путей. Реконструкция позволит организовать вождение поездов весом 6000 тонн на всем протяжении главного грузового направления дороги к транспортным узлам Новороссийск, Тамань, Кавказ.

Общая потребность мощностей по перевалке грузов через эти порты на текущий момент времени превышает имеющиеся перегрузочные мощности более чем на 25%. Учитывая эти проблемы, реализуется проект переустрой-

ства станции Новороссийск, строится новый приемоотправочный парк «Б» и дополнительные соединительные пути между парками, что позволит увеличить её пропускную способность и перевалочную мощность обслуживаемого порта. Для усиления мощности портов АЧБ в Краснодарском крае предполагается строительство нового глубоководного порта Тамань, перевалочную способность которого на 2020 год предполагается довести до 38 млн. тонн груза.

Совершенствуется технология работы новой участковой станции «9 км» в части включения её в логистическую схему продвижения грузов на станцию Новороссийск и станции Таманского полуострова: предусматривается подборка вагонов по номенклатуре грузов с целью снижения нагрузки на припортовые станции. В рамках действующего договора на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования Новороссийского морского торгового порта пересматриваются перерабатывающие способности погрузки и выгрузки по основным родам грузов.

На Крымской железной дороге в 2014 году произошло значительное снижение грузооборота (до 73%), упала погрузка и выгрузка вагонов. Причина — прекращение же-

лезнодорожного сообщения с Украиной. Нуждается в модернизации путевое хозяйство, где просрочка различных видов ремонта составила около 63% длины путей. Требуется замена локомотивного и вагонного парков. Для реализации задач в части повышения качества содержания и улучшения состояния инфраструктуры железной дороги, а также с целью обеспечения потребностей в перевозках грузов и пассажиров, по поручению Министерства транспорта РФ специалистами Крымской железной дороги разработан проект «Генеральная схема развития инфраструктуры Крымской железной дороги на период 2015-2020 год».

На полуострове Крым имеется пять морских портов (Евпатория, Севастополь, Феодосия, Керчь, Ялта), выполняющих перевалку грузов различных номенклатур. Их совокупный потенциал пропускной способности составляет около 40 млн. тонн в год, но в последние годы они перерабатывали менее половины этого объема. В настоящее время портовые мощности полуострова недозагружены (табл.1).

Таблица 1. Грузооборот портов Крыма, 2012-2014 г., млн. тонн

Род груза	Грузооборот 2012 год	2013 год			2014 год		
		всего	1 кв	2-4 кв	всего	1 кв	2-4 кв
Совокупный грузооборот портов Крыма	12,457	6,840	2,254	4,586	5,531	1,104	4,427
Сухие грузы	8,258	4,268	1,449	2,819	4,784	0,818	3,966
Наливные грузы	4,199	2,572	0,805	1,767	0,747	0,286	0,461

Перспективы развития портов полностью зависят от строительства железнодорожного моста через Керченский пролив. Перерабатываемые ими грузы ушли в соседние транспортные узлы Украины, и их возврат проблематичен по целому ряду фундаментальных и явно долговременных причин, лежащих вне плоскости транспортного бизнеса. В этих непростых условиях актуален вопрос: что является на данном этапе наиболее перспективным грузовым районом в АЧБ для РФ — использовать Крымские порты или строить новый глубоководный порт Тамань? Безусловно, развитие Крымских портов дешевле. Однако в ноябре 2014 г. стало известно, что проект сухогрузного района порта Тамань сохранен в Транспортной стратегии России до 2030 года и уже выделено правительством 238 млрд. рублей на его реализацию до 2018 года. Никаких капитальных вложений в Крымские порты на ближайшую перспективу правительством не запланировано, предусматривается только лишь их модернизация.

Анализ организации прямого сообщения с Крымом с помощью пассажирской и грузовой паромных переправ через Керченский пролив показал, что перевозочных мощностей явно не хватает, нужна их комплексная реконструкция. До тех пор, пока не будет построен транспортный мостовой переход через Керченский пролив, альтернативы этому виду сообщения нет.

В связи с этим, на текущем этапе следует ускорить решение следующих задач: увеличить мощность паромной переправы путем замены старых паромов на более мощные и вместительные, рассмотреть вопрос о необходимости новых транспортных связей между портами АЧБ для увеличения перевозок пассажиров и грузов. По результатам предварительных исследований потребность в паромной переправе будет и после постройки моста.

Для одновременного строительства моста, возрождения

инфраструктуры Крымской железной дороги и модернизации Крымских портов необходимо, кроме государственных средств, привлечь частный капитал. Это объясняется тем, что реализация предлагаемых мероприятий актуальна не только для улучшения экономического, социального положения, ускорения трансформации политической жизни республики Крым, но и для развития торговых взаимоотношений России с другими государствами мира на перспективу.

В целях решения названных проблем на базе внедрения организации высокотехнологичного процесса перевозок предлагается реализовать проект «Разработка комплексного технологического процесса перевозок железнодорожным и другими видами транспорта для обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов Юга России». В рамках этого проекта предусматривается осуществить следующие мероприятия:

1. Оценка перспективных объемов пассажиро- и грузопотоков, формирование стратегических приоритетов развития транспортной инфраструктуры регионов Юга России;
2. Разработка модели распределения грузопотоков по портам и видам транспорта;
3. Совершенствование технологии перевозочного процесса в условиях изменений структуры и объемов грузопотоков в адрес портов;
4. Разработка моделей и алгоритмов подвода экспортного груза, синхронизация отгрузки грузов в пунктах отправления с возможностями припортовых дорог и обслуживания портов;
5. Реализация логистических принципов регулирования вагонопотоков на железнодорожных направлениях Юга России;
6. Разработка модельного аппарата принятия решения по оперативной корректировке продвижения грузопотока с

учетом приоритетов участников логистической цепочки;

7. Создание программного продукта мониторинга и корректировки погрузки внешнеторговых грузов, прогнозирования поступления грузов с учетом номенклатурных групп и грузовых районов портов, общей грузовой ситуации на припортовых дорогах;

8. Разработка системы мониторинга жизненного цикла высокотехнологичного транспортного производства для региональной транспортной системы в условиях ее иннова-

ционного развития.

Реализация данного проекта приведет к улучшению использования подвижного состава и снижению эксплуатационных затрат, позволит ускорить решение поставленных отраслевых задач по усилению транспортной инфраструктуры, обеспечить создание дополнительного числа рабочих мест, устойчивое социально-экономическое развитие регионов Юга России в ближайшей перспективе.

Проектирование в системе ADEM множественной фрезерной обработки на станке с ЧПУ на единой заготовке

Кондратьев Евгений Михайлович, кандидат технических наук, доцент
Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники

Одновременная обработка нескольких деталей (множественная обработка) на обычных фрезерных станках [1, с. 240] применяется для повышения их производительности и используется при изготовлении одинаковых деталей. Для этого на станке одновременно закрепляются несколько деталей.

В практике эксплуатации станков с ЧПУ также применяется множественная фрезерная обработка и всё чаще по одной управляющей программе (УП) (рис. 1) [3]. Множественная обработка на станках с ЧПУ позволяет уменьшить время настройки и наладки оборудования, уменьшить время простаивания современного дорогостоящего оборудования с ЧПУ, увеличить прибыль за счет оптимального и более эффективного использования станков с ЧПУ.



Рис. 1. Множественная обработка на станке с ЧПУ

Автоматизированное проектирование множественной фрезерной обработки на станках с ЧПУ успешно реализуется [2, с. 22]. Для этого используются сочетание отдельных CAD- и CAM-систем, а также интегрированные CAD/CAM-системы.

Однако для успешной реализации множественного фрезерования на самом станке с ЧПУ требуется выполнить достаточно сложную наладку станка (рис. 2) [3]. Усложняется оснастка и её стоимость, повышаются требования к заготовкам. Эти затраты при небольших партиях деталей могут даже и не дать экономической выгоды применения множественной обработки по сравнению с повторяющейся обычной единичной обработкой.

Множественное фрезерование можно также осуществить, используя единую заготовку. Такой вариант заметно упростит и удешевит реализацию множественного фрезерования на станке с ЧПУ, но после выполнения такой обработки потребуется разделить полученное изделие на отдельные детали.

В данной работе для автоматизированного проектирования множественного фрезерования на станке с ЧПУ на единой заготовке использовалась российская интегрированная CAD/CAM/CAPP-система ADEM 8.0 [4] (англ. Automated Design Engineering Manufacturing), на которую доступен полный комплект документации.

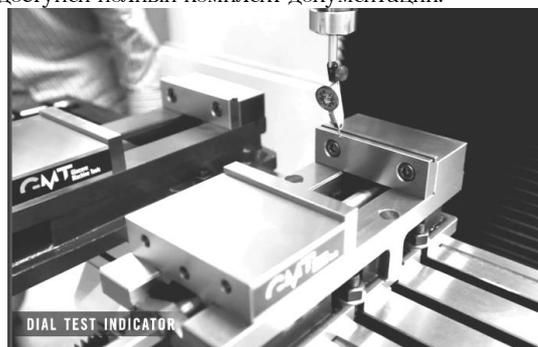


Рис. 2. Этап наладки станка с ЧПУ при множественном фрезеровании

Для автоматизированного проектирования множественной обработки корпусных деталей на станке с ЧПУ нужно построить общую 3D модель изготавливаемых деталей. В системе ADEM это построение выполняется в модуле ADEM CAD. Для последовательного множественного фрезерования одинаковых деталей общая 3D модель представляет собой последовательно расположенные по направлению продольного перемещения стола станка копии 3D модели детали.

Для проектирования в системе ADEM последовательной множественной обработки двух одинаковых деталей на фрезерном станке с ЧПУ на единой заготовке была взята та же деталь, что и в работе [2, с. 24]. Эта деталь относится к группе корпусных коробочных деталей открытого типа.

В модуле ADEM CAM/CAPP был спроектирован маршрут множественной обработки, включающий два установа. Для этого была построена общая 3D модель, включающая две копии 3D модели готовой детали и две копии 3D модели перевернутой готовой детали (рис. 3). Расстояние между деталями в каждом установе задавалось 30 мм.

В рамках одного проекта были разработаны две программные операции (рис. 4) и подготовлены две управляющие программы для станка с ЧПУ. При проектировании использовалось установленное в системе ADEM 8.0 начальное оборудование — обрабатывающий центр NCT-

90-1, а заготовка задавалась с помощью указания её геометрических размеров.

Для сокращения времени множественной обработки при построении переходов использовалась стратегия «зиг-заг», и обработка нового конструктивного элемента выбиралась на той детали, на которой заканчивалась обработ-

ка предыдущего конструктивного элемента.

На рис 5 показано начало симуляции в модуле NC Verify системы ADEM 8.0 множественного фрезерования на единой заготовке, а на рис. 6 показан результат симуляции в NC Verify первого установа такой обработки.

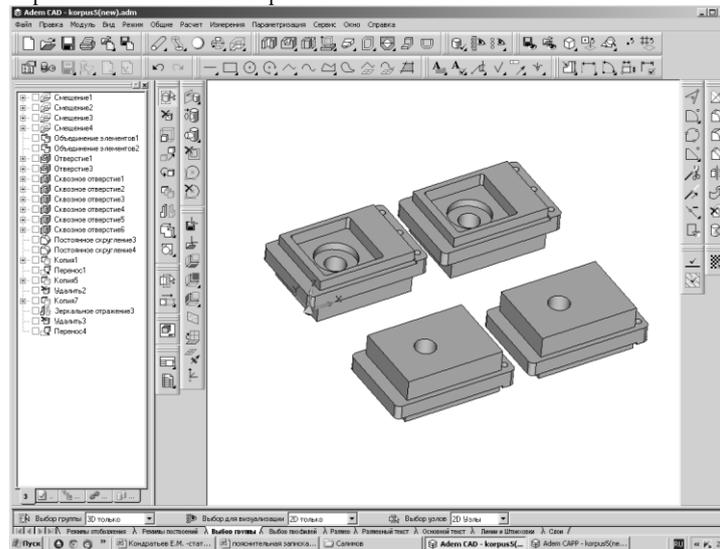


Рис. 3. 3D модель для построения множественной обработки

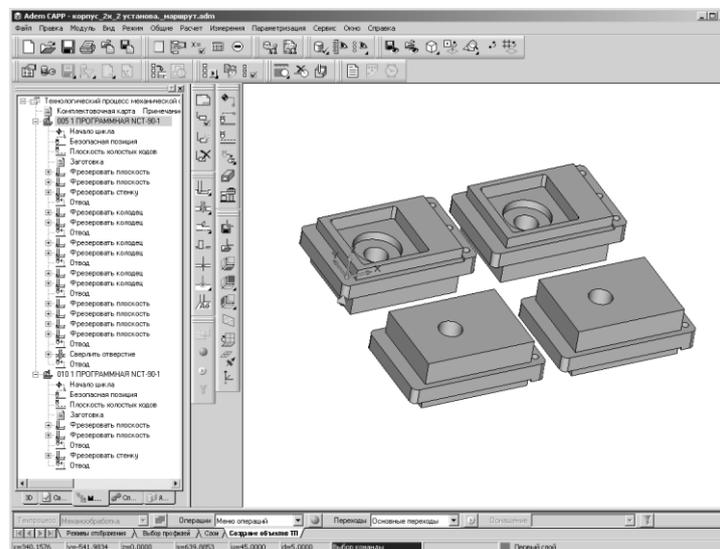


Рис. 4. Маршрут множественного фрезерования

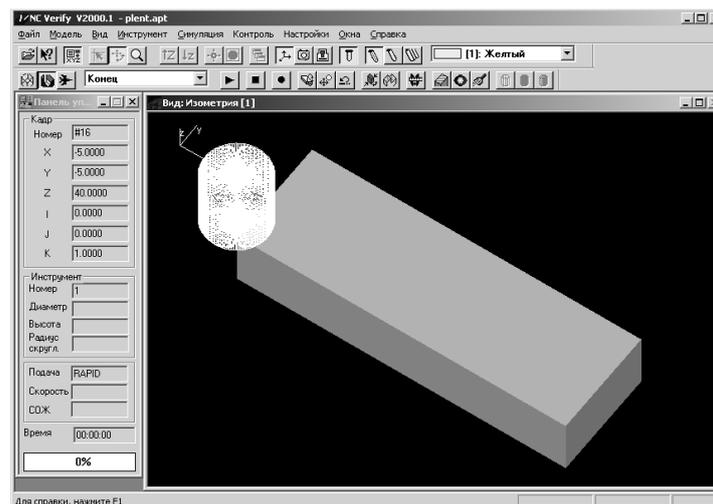


Рис. 5. Симуляция начала множественного фрезерования на единой заготовке

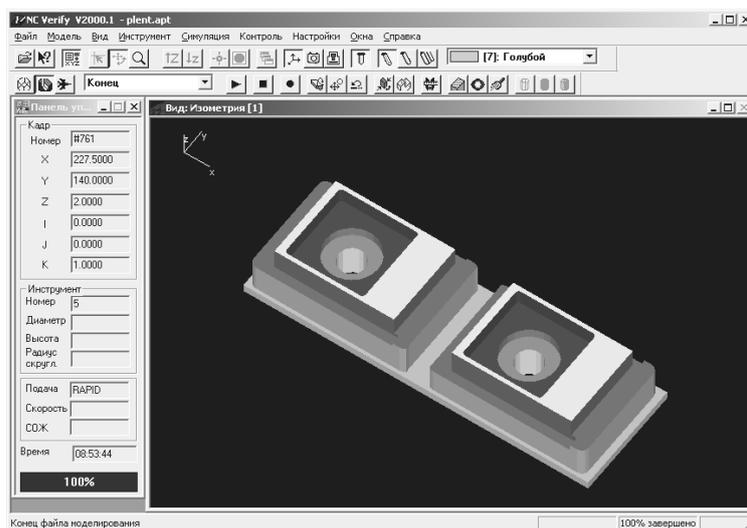


Рис. 6. Результат симуляции первого установа множественного фрезерования на единой заготовке

Полученные результаты показывают возможность применения системы ADEM 8.0 для проектирования множественной фрезерной обработки на станке с ЧПУ на единой заготовке и подготовки УП для её выполнения.

Литература:

1. Барбашов Ф.А. Фрезерное дело. — М.: Высшая школа, 1973. — 280 с.
2. Кондратьев Е.М. Проектирование и моделирование в системе ADEM множественной обработки на станке с ЧПУ // Сб. статей Международной научно-практической конференции «Наука XXI века: теория, практика, перспективы» (3 марта 2015 г., г. Уфа). — Уфа, РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. — С. 21-25.
3. Crash Course in Milling. — URL: <http://www.glacern.com> (дата обращения: 15.06.2015).
4. URL: <http://www.adem.ru> (дата обращения: 15.06.2015).

Прошлое и будущее редкоземельного производства в России

Косынкин Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, главный научный сотрудник;
Трубаков Юрий Михайлович, руководитель центра РЗМ
АО «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (г. Москва)
Сарычев Геннадий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор
АО «Наука и инновации»; НИЯУ МИФИ

В статье кратко рассмотрено современное состояние мирового производства и потребления редкоземельных металлов (РЗМ). Отмечается, что по прогнозам ежегодный прирост мирового редкоземельного рынка в 2013-18гг – составит 5,9 %. Лидером в течение 5 ближайших лет в производстве и потреблении останется Китай.

Во второй части статьи приводятся основные технологические схемы редкоземельного производства в СССР, которые позволяли занимать 3-е место в мировой классификации, когда высокочистые иттрий, европий и другие РЗМ экспортировались во все ведущие мировые державы.

В третьем разделе статьи рассмотрены перспективные сырьевые источники РЗМ для воссоздания редкоземельного производства в России. Отмечается, что в течение ближайших 2-3 лет производства будут основываться на переработке лопарита и апатита. В дальнейшем РЗМ будут извлекаться из красноуфимского монацита, уникального месторождения Томтор (РЗМ + Nb) и других месторождений, а также из отвалов фосфогипса.

1 Состояние мирового редкоземельного производства и потребления

Более 80% мировых редкоземельных поставок осуществляются в настоящее время Китаем (рисунок 1). Значительная часть из них — нелегальные. Страны остального мира активно пытаются развивать свою редкоземельную промышленность. Так, если до скачка цен на редкоземельные элементы (РЗЭ) в 2011 году стран-производителей РЗЭ было только 4, то в 2014 году их было уже 7. На сегодня наиболее крупными фирмами-производителями РЗЭ, кроме Китая, являются Моликорп (США), Линас (Австралия), Фронтинер (ЮАР) и др.

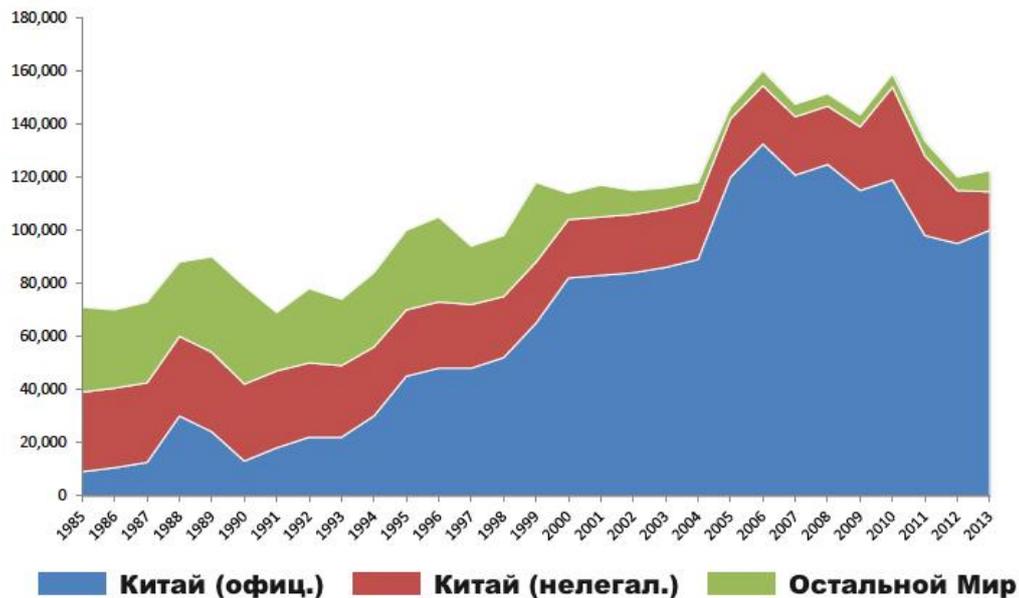


Рис. 1. Мировое производство рудных редкоземельных материалов в 1995-2013гг., тыс. т.

Китай очень ответственно относится к своей редкоземельной отрасли и предпринимает все необходимые шаги для удержания лидерства на мировом рынке редких земель. Госсовет КНР своим постановлением от 10 мая 2011 года принял равернутую программу развития редкоземельной отрасли страны. В критической части программы говорится, что «не устранены факты незаконной добычи, слишком быстро развиваются мощности по выплавке и разделению, что наносит вред окружающей среде, сырье используется нерационально, процедура экспорта достаточно запутана». Приведенные ниже решения Госсовета КНР доказывают серьезность намерений Китая. Госсовет постановил: пропагандировать РЗМ-отрасль в качестве стратегически базовой; направить политику отрасли на укрупнении предприятий и создание корпорации; повышать квалификационный порог для предприятий-экспортеров; усилить технологический контроль за экспортом; строго наказывать за перепродажу квот на добычу РЗМ; перекрыть каналы нелегального экспорта; ужесточить систему управления доступом к РЗМ-ресурсам; модернизировать систему командного управления планированием производства; решительно бороться против незаконного и сверхпланового производства, против нанесения экологического ущерба; осуществить технологическую модернизацию отрасли; увеличить запасы РЗМ и расширить области применения; проводить ускорение НИОКР и укрепление централизованного управления; формировать правильное общественное мнение.

К сегодняшнему дню Пекин осуществил консолидацию отрасли в виде шести крупных компаний во главе с China North Rare Earth Group. Недавно министерство промышленности выпустило новые квоты по добыче и экспорту. Квоты на экспорт выросли на 12% по сравнению с прошлым годом. Переработка в 2015 году увеличится на 10,6%. После спада экспорта в январе 2015 года в феврале экспорт увеличился на 24,7%. (www.mineral.ru News).

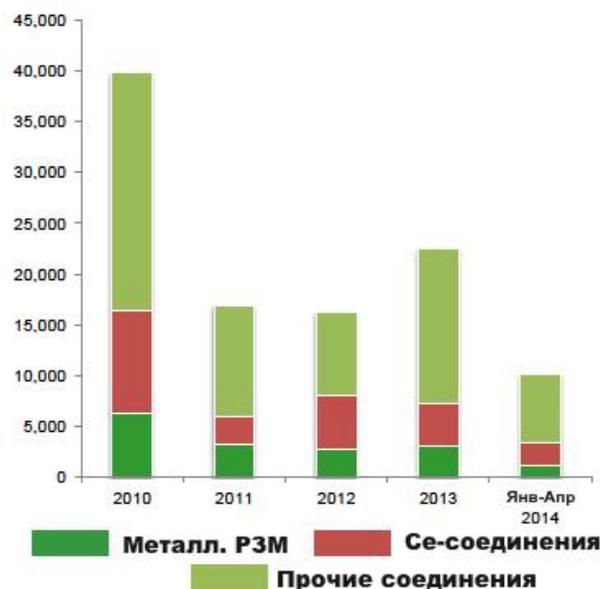


Рис. 2. Экспорт редкоземельных материалов из Китая за период 2010 – янв.-апр. 2014, тыс. т.

При этом в Китае наблюдалось сокращение тех компаний-экспортеров, которые не выполняли стандартов по экологическим требованиям. Так, если в 2007 году таких компаний-экспортеров было больше 40, то на сегодня их меньше 25.

Одновременно правительство Китая в лице министерства промышленности и информационной технологии расширяет государственное участие в редкоземельном производстве, создав еще одно предприятие с госкапиталом (Minmetals Rare Earth Group), которое войдет в число шести ключевых редкометалльных предприятий.

Политика двойных цен на редкометалльные материалы осуществляется Китаем в целях поддержки местных производителей и совместных предприятий и повышения технологических возможностей Китая. Китай был и остается не только основным производителем (рисунок 2), но и основным потребителем редкоземельной продукции (рисунок 3).

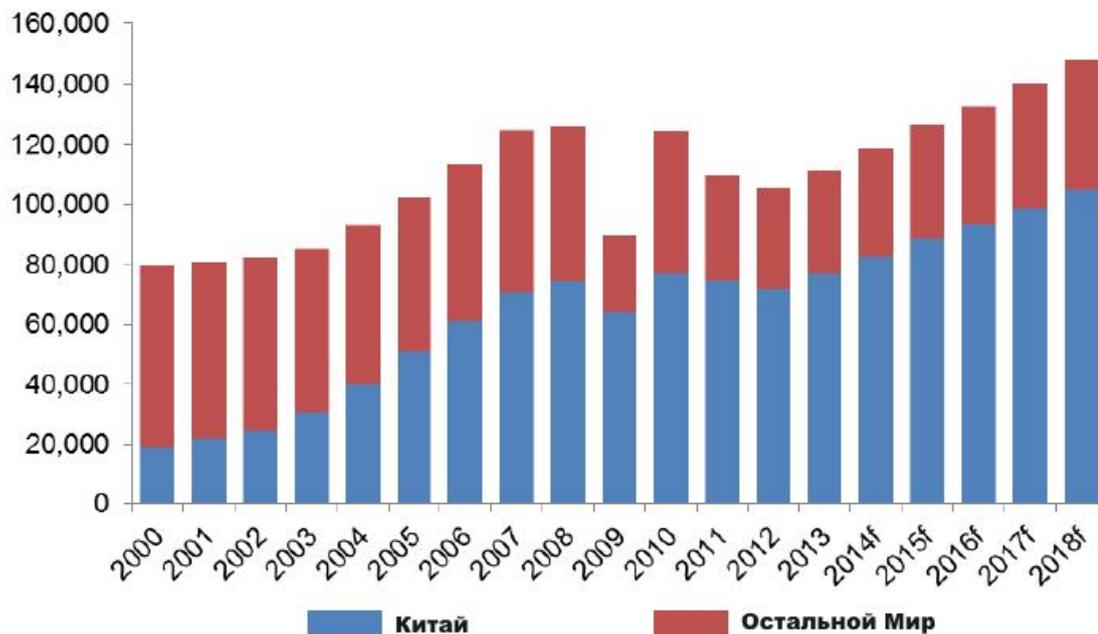


Рис. 3. Потребление РЗЭ в Китае и остальных государства в 2000-2018, тыс.т/г.

Как предсказывает известная фирма Roskill (рисунок 4), потребности производителей конечной редкоземельной продукции в период 2013-2018гг. будут нарастать с различной скоростью: так, если лидерами по тоннажу являются такие области потребления, как катализ и магниты, то по ежегодной скорости роста выраженной в процентах, лидеры керамика и вновь магниты.

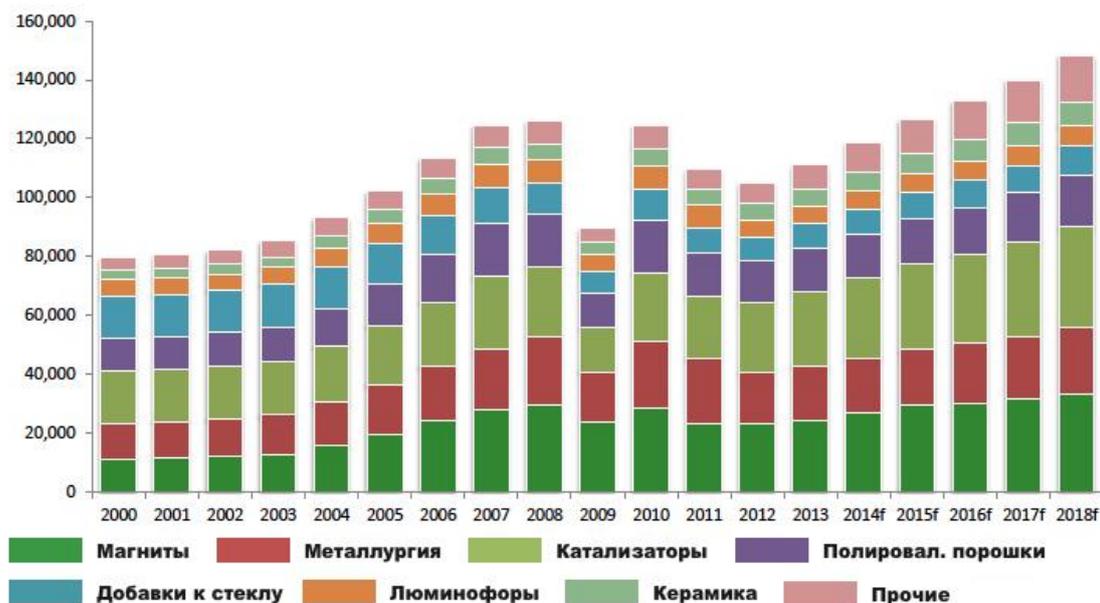


Рис. 4. Мировое потребление редкоземельной продукции различными областями в 2013-2018гг. в тыс. т [1]

За период 2005-2013 годы резко увеличилась мощность ветровых энергетических установок (рисунок 5), где используются магниты Nd-Fe-B. Причем это коснулось практически всех регионов Земли: Европы, Азии, Африки и т.д. [2]

Подводя итог по сегодняшнему состоянию мирового редкоземельного рынка, можно сказать, что кризис в промышленности РЗЭ 2010-2011гг., когда цены неоправданно взлетели вверх, вынудил начать активный поиск заменителей РЗЭ и использовать складские запасы. По мнению специалистов [1] не стоит надеяться на успех в этих поисках в следующих областях применения: магниты Nd-Fe-B в автосенсорах, компьютерах и т.п.; катализаторы выхлопных газов автомобилей; стабилизаторы стекла; люминофоры.

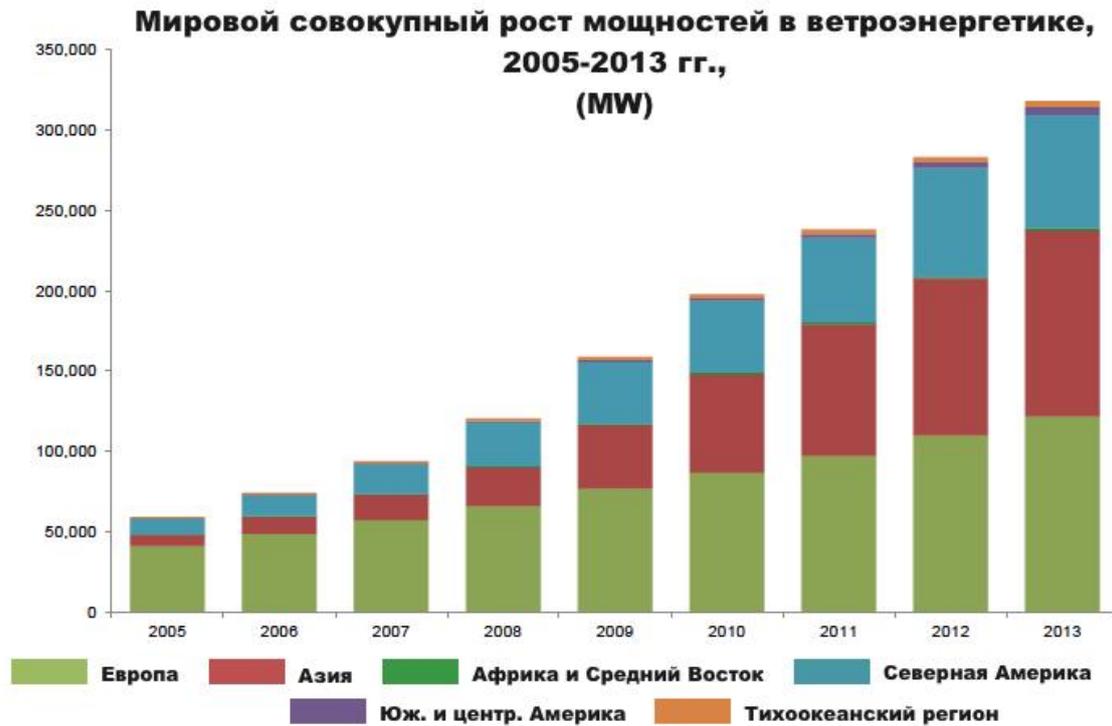


Рис. 5. Увеличение мощности ветровых турбин в 2005-2013гг., МВт

Средний ежегодный прирост мирового редкоземельного рынка в 2013-2018гг. составит 5,9, при этом для каждого индивидуального элемента этот рынок будет выглядеть индивидуально. Китай в ближайшую пятилетку сохранит лидирующие позиции в производственной и технологической областях.

2 Технологические схемы переработки рудных концентратов в СССР [34]

В 70-е годы прошлого столетия Советский Союз был 3-й мировой редкоземельной державой. В стране производилось 8500 т редкоземельных элементов в пересчете на оксиды (РЗО). Все это количество сбывалось, что называется, с колес, т.е. складских запасов не накапливалось. 14% от указанного количества направлялось на экспорт практически во все высокоразвитые страны мира (США, Япония, Германия и др.). В стране работало 9 редкоземельных производств (рисунок 6). Основными разработчиками технологии РЗЭ были институты Гиредмет и ВНИИХТ, которые работали в тесном сотрудничестве с научными коллективами заводов.

В настоящее время прогнозные ресурсы редкоземельных металлов России оцениваются как крупные и составляют 5,2 млн. тонн в пересчете на сумму оксидов этих металлов; практически все это — ресурсы высоких категорий (Р1 и Р2). Запасы редкоземельных металлов России обеспечивают ей второе место в мире после Китая. Почти три четверти их сконцентрировано в Мурманской области, еще около 16% — в Республике Саха (Якутия).

В большинстве российских месторождений суммарное содержание оксидов редкоземельных элементов ниже, чем в зарубежных: оно редко превышает 1%, в то время как среднее содержание в рудах разрабатываемых китайских месторождений — 5% (таблица 1).

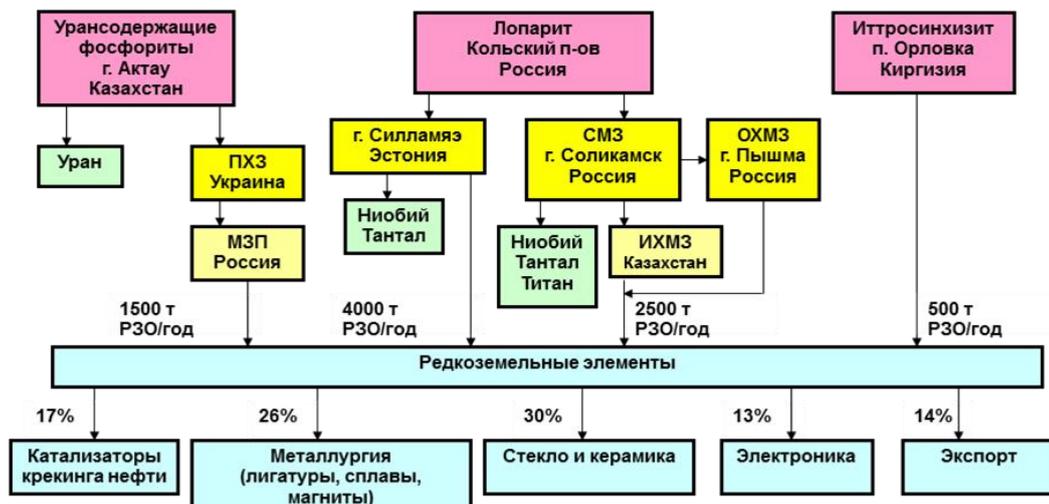


Рис. 6. Производство РЗЭ в СССР

Таблица 1 – Содержание РЗО в месторождениях России

Компонент	Лопарит концентрат	Эвдиалит	Апатит	Фосфогипс	Редкоземельный концентрат Томтор	Монацит	«Ионные» Руды Абрамовское	Редкоземельный концентрат Катугинское
TR ₂ O ₃ %	32,38	2,0	1	~0,5	~12	54,00	0,1	15,00
В том числе ΣTR ₂ O ₃ = 100 %								
Y ₂ O ₃	0,05	30,00	3,90	2,27	6,37	1,20-1,14	58,9	40,00
La ₂ O ₃	25,20	9,80	27,20	31,31	23,31	21,80-25,00	3,3	6,00
Ce ₂ O ₃	54,60	26,00	43,55	38,52	42,68	42,00-49,00	0,02	23,50
Pr ₆ O ₁₂	5,40	4,00	5,80	4,12	4,14	4,70-5,60	0,68	1,00
Nd ₂ O ₃	13,80	12,00	14,30	14,42	16,72	19,40-21,00	3,9	9,00
Sm ₂ O ₃	0,68	4,00	1,90	2,06	2,46	1,70-2,10	1,6	2,60
Eu ₂ O ₃	0,06	0,60	0,50	0,41	0,79	0,02-0,10	0,6	0,10
Gd ₂ O ₃	0,16	4,10	1,80	1,24	1,67	0,15-1,40	6,8	4,00
Tb ₄ O ₇	0,01	0,60	0,20	1,03	-	0,05-0,65	1,4	0,75
Dy ₂ O ₃	0,04	3,30	0,70	0,62	0,83	0,05-0,32	10,1	5,00
Ho ₂ O ₃	-	0,60	-	0,04	0,15	0,05-0,10	2,5	1,3
Er ₂ O ₃	-	2,50	0,15	0,17	0,57	0,08-0,26	6,4	3,7
Tm ₂ O ₃	-	0,40	-	0,02	0,06	0,05-0,09	0,7	0,50
Yb ₂ O ₃	-	1,80	-	0,04	0,24	0,05-0,09	2,8	2,50
Lu ₂ O ₃	-	0,30	-	0,02	-	0,05-0,08	0,3	0,05
Содержание СТГ %	1-2	41	11	82	10	6-8	>75	~50
ThO ₂	0,4-0,64	<0,33	<0,003	0,008	0,15	7,80	<0,002	0,26
U ₃ O ₈	-	-	-	-	0,02	0,20	-	0,030

*СТГ - среднетяжелая группа

2.1 Переработка монацитового концентрата

На Московском заводе полиметаллов (МЗП) в 1947-54 гг. в промышленном масштабе эксплуатировалась сернокислотная схема переработки монацита [5]. Затем эта схема была заменена на щелочно-экстракционную, использовавшуюся до 1970 г., когда производство было остановлено. В 60-х годах схема работала с производительностью по монациту 700 т/г с получением металлического тория ядерной чистоты и суммарного концентрата РЗЭ. Процесс осуществлялся при температуре 140-145°C при расходе едкого натра 150% от стехиометрии в течение 4 часов в непрерывном режиме в каскаде из 4 реакторов с предварительным сверхтонким измельчением монацита до 2-3 микрон в вибромельнице в среде едкого натра при Т:Ж=1:1. На последующих операциях производится экстракционная очистка редкоземельных элементов от урана и тория.

Большой комплекс научно-исследовательских и технологических изысканий был выполнен в тесном содружестве ученых ВНИИХТ и работников МЗП. В 50-ых годах на МЗП началось производство суммарных редкоземельных элементов, выделяемых из монацита, и их использование в качестве полирующих материалов, фторидов в осветительной технике, а затем и в производстве катализаторов крекинга нефти, в редкоземельных лигатурах для модифицированных чугунов и сталей.

Для России проблема переработки монацита остается весьма острой [6]: в г. Краснофимске (Свердловская область) с 40-ых годов прошлого века находятся склады монацита, содержащие 83 тыс. тонн концентрата, т.е. более 40 тыс. тонн редкоземельных элементов. Эти склады помимо большой экономической привлекательности содержат и большую экологическую проблему: в них суммарно содержится более 7800 кюри радиоактивности. В настоящее время Краснофимский монацитовый концентрат принадлежит совместному предприятию группы компаний ИСТ и Госкорпорации Ростехнология.

2.2 Извлечение РЗЭ из урансодержащих фосфоритов

Одним из основных источников редкоземельных элементов в СССР в 60-90 гг. было месторождение Меловое (г.Актау, Казахстан). Однако редкие земли и фосфор извлекались попутно, основным элементом являлся уран [7]. Месторождение было уникальным по составу редкоземельных элементов: содержание иттрия в сумме РЗО достигало 18%, а европия – 0,8%. Переработка концентрата Меловое осуществлялась на трех предприятиях Росатома: получение концентрата обогащения, проводилось на Прикаспийском горно-металлургическом комбинате. Затем этот концентрат поставлялся на Приднепровский химический завод (г. Днепродзержинск, Украина), где осуществлялась его переработка по сорбционно-экстракционной схеме: вскрытие смесью азотной и серной кислот, восстановление урана на железной стружке, осаждение урана и редких земель в так называемый коллективный химконцентрат (КХК). Последний растворялся в азотной кислоте, уран экстрагировался трибутилфосфатом (ТБФ), а рафинат экстракции направлялся на сорбционное извлечение ред-

ких земель на смоле КУ-2 (рисунок 7).

Десорбаты очищались от тория и железа и направлялись на очистную экстракцию от актиния [6], которая осуществлялась в пульсационных колонках диаметром 600 мм и высотой 10 м с использованием ТВФ в качестве экстрагента. Полученный очищенный суммарный редкоземельный продукт подвергался разделению на легкую и смесь средней и тяжелой групп в системе $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3\text{-ТВФ-HNO}_3$. Процесс разделения осуществлялся в каскаде пневмоэкстракторов емкостью 1000 и 500 л. Цериевая группа направлялась на производство катализаторов крекинга нефти, а европий-иттриевая, получившая название СТР — на МЗП для дальнейшего разделения [10].

На МЗП растворы СТР после упаривания и корректировки состава подвергались разделению по диспрозию на среднюю и тяжелую группы в системе $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3\text{-ТВФ}$. Рафинат подвергался упарке и отгонке азотной кислоты, затем денитрации, растворению концентрата средней группы в соляной кислоте, восстановлению европия порошком металлического цинка.

До 1984 г. оксид европия марок ЕвО-1, ЕвО-2 и ЕвО-3 поставлялся на мировой рынок (США, Япония и др.) и пользовался неограниченным спросом, несмотря на высокие цены (более 1000\$/кг). Поставка на мировой рынок была прекращена в связи с возрастающими внутренними потребностями.

Растворы средней группы после выделения европия направлялись на дальнейшее разделение с целью получения самария и гадолиния. В рафинате получался гадолиниевый продукт с содержанием 8% самария. После очистки смесью ТВФ-ТАМАН из рафината осаждали оксалат гадолиния, который после прокалки давал товарный оксид гадолиния марок ГдО-5, ГдО-6. Из реэкстрактов получали самариевый концентрат, из которого в каскаде из 70 центробежных экстракторов смесью ТВФ-ТАМАН выделяли самариевый продукт, который доводили до металла с использованием для получения самарий-кобальтовых магнитов.

Полученный на 2-ом каскаде реэкстракт представлял собой смесь тяжелых редких земель и иттрий. После упарки и денитрации он растворялся в соляной кислоте, в раствор вводился роданид аммония. Этот раствор являлся исходным для разделения иттрия и тяжелых РЗЭ с использованием ТВФ в качестве экстрагента. Из реэкстракта 3-го каскада осаждали концентрат тяжелых РЗЭ. Рафинат роданидного каскада направлялся на осаждение оксалата иттрия, который после сушки и прокалки представлял конечную продукцию — оксид иттрия марок ИтО-Люм и ИтО-Люм-Э. Обе марки использовались для изготовления люминофоров внутри страны и за рубежом (США, Япония, Англия, Польша, Германия и т.д.). Годовое производство оксида иттрия на МЗП составило в конце 80-ых годов 120 т/г (60% союзного производства, из которых до 50% поставлялось на экспорт. Цена в тот период на оксид иттрия ИтО-Люм-Э составила 80 \$/кг (сегодня около 12 \$/кг). По описанной выше технологии на трех заводах Средмаша перерабатывалось 1500 т/г РЗО.

2.3 Переработка лопаритового концентрата

Исходным сырьем для получения редкоземельной продукции на заводе «Силмет» (Эстония), а также ниобия, тантала и титана служил 90%-ый лопаритовый концентрат [9], поставлявшийся Ловозерским ГОК (таблица 1). Вскрытие концентрата осуществлялось вначале методом твердофазной, а затем жидкофазной сульфатизации. При этом титан, тантал и ниобий образуют водорастворимые сульфаты, а редкоземельные элементы переводятся в двойные сульфаты. Двойные сульфаты подвергались далее карбонизации раствором карбоната аммония. Карбонаты редких земель растворялись в азотной кислоте и для осаждения тория и радия в раствор вводили нитрат бария, после чего pH раствора доводили до 4,5-4,7. После фильтрования раствор частично направлялся в виде готовой продукции в нефтехимическую промышленность для производства катализаторов крекинга нефти. Из части раствора производилось осаждение карбонатов, которые прокаливались до оксидов и направлялись на производство редкоземельных лигатур, используемых для модифицирования чугунов и сталей.

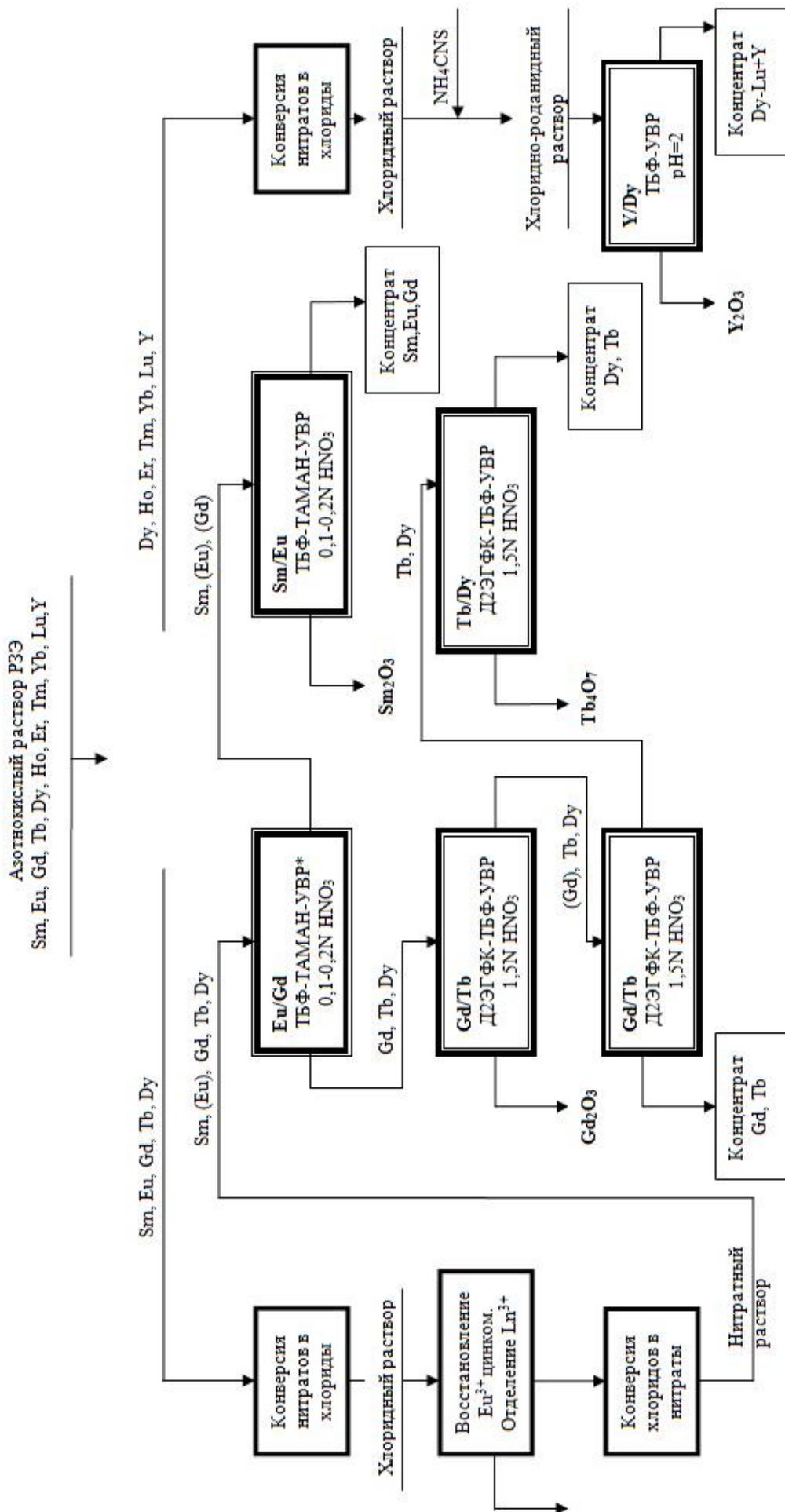
Позже на заводе была внедрена технология азотно-кислотного вскрытия лопаритового концентрата и обе технологии разложения успешно эксплуатировались совместно.

Из части раствора производился полирит и фториды редких земель. Часть раствора направлялась на производство индивидуальных элементов (церий, неодим). К 1990 г., когда производительность завода по лопаритовому концентрату достигла 16000 т/г (4500 т РЗО) 2500 т направлялось в нефтехимию, 1000 т — в металлургию и 1000 т — на производство полирита и индивидуальных РЗЭ.

Следует отметить, что завод «Силмет» работает до сих пор, используя до недавнего времени в качестве исходного материала хлоридный плав Соликамского завода и производя в основном индивидуальную редкоземельную продукцию по заложенным нами экстракционным схемам (церий, неодим). В 2013 году завод был куплен американской фирмой Моли-корп.

2.4 Извлечение редких земель из апатита

Наибольшая доля запасов редких земель РФ приходится на фосфорно-apatитовые руды (60%). Состав редких земель по индивидуальным элементам (таблица 1) значительно лучше по сравнению с лопаритом и монацитом, так как содержание дефицитных элементов средней группы (европий, тербий, диспрозий) существенно выше. При переработке апатита по азотно-кислотной технологии можно извлекать до 80% редких земель. Работающие в настоящее время заводы по получению удобрений из апатита путем обработки последнего азотной кислотой (Кирово-Чепецкий химкомбинат, Новгородское объединение «АКРОН») могут давать до 2 тыс. тонн РЗО каждый. Технологическая схема попутного извлечения до суммарного концентрата РЗЭ полностью отработана в АО «ВНИИХТ» и проверена в промышленных условиях на Кирово-Чепецком химическом комбинате еще в 1975 г. Схема предусматривала очистку от фтора путем осаждения кремний фторида натрия (КФН), осаждения фосфатного концентрата РЗЭ (ФРЗК), его растворение в азотной кислоте и экстракционное извлечение на ТВФ.



*УВР – углеводородный разбавитель

Рис. 7. Принципиальная схема разделения среднетяжелой группы РЗЭ, выделенных из концентрата «Меловое» (ГП МЗП, Москва)

труднорастворимые в кислых и нейтральных растворах, что позволяет разделить эти элементы при выщелачивании.

В настоящее время несколько измененная схема с получением индивидуальных легких РЗЭ внедряется на новгородском объединении АКРОН.

2.5 Схема Киргизского горно-металлургического комбината (КГМК)

Руда Актюзского месторождения обогащалась с получением нескольких концентратов: редкоземельного, свинцового и молибденового (рисунок 8). Иттриосинхизитовый концентрат редкоземельных элементов содержал, %: 4,5-6,2 РЗЭ, 4,8-9,0 Al_2O_3 , 2,5 P_2O_5 , F – 8,0-12,8.

По существовавшей на КГМК технологии редкоземельный концентрат смешивали с кальцинированной содой, шихту спекали при температуре 700-800°C, спек измельчали до -0,1мм, отмывали от водорастворимых солей, выщелачивали азотной кислотой и непосредственно из пульпы экстрагировали РЗЭ трибутилфосфатом (ТБФ). После реэкстракции РЗЭ очищали от примесей железа, циркония, тория и других элементов гидролитическим методом, а затем экстракцией в системах с карбоновыми кислотами и ТБФ.

Главным недостатком этой технологии являлись высокие потери РЗЭ (до 12%) и ТБФ (до 0,7кг/кг РЗЭ) с отвальной рафинатной пульпой; кроме этого, значительную сложность представляли собой утилизация промстоков из-за наличия в них органики.

На 1-ом иттриевом каскаде с применением высаливателя – нитрата алюминия – производилось деление по линии Nd-Sm. Реэкстракт первого иттриевого каскада выпаривался и использовался как исходный раствор второго иттриевого каскада.

Рафинат второго каскада содержал в основном иттрий – 70-80% и 20-30% – ЕгчLu. Он упаривался и служил исходным сырьем для третьего иттриевого каскада. Реэкстракт поступал после упарки на четвертый иттриевый каскад с целью доизвлечения иттрия и тяжелых РЗЭ (ЕгчLu) и получения концентрата средних $SmчHo$.

Исходное сырье для третьего каскада представляет собой смесь $Y(NO_3)_3$ и $(ЕгчLu)(NO_3)_3$ с содержанием средних не более $2 \cdot 10^{30}\%$ каждой, Nd не более $1 \cdot 10^{30}\%$. Содержание иттрия в исходном растворе 70-80%.

Принцип работы третьего иттриевого каскада основан на том, что экстракт, содержащий иттрий и смесь эрбий-лютеций подвергают орошению раствором трехзамещенной аммонийной соли этилендиаминтетрауксусной кислоты ЭДТК.

Принцип работы четвертого иттриевого каскада основан на худшей экстракционной способности иттрия, в результате чего нитрат иттрия концентрируется в водной фазе, а средние РЗЭ – $SmчHo$ в органической фазе.

Концентрат средних РЗЭ – $Sm(NO_3)_3$ - $Ho(NO_3)_3$ перерабатывали ионообменным способом на смоле КУ-28 с целью получения индивидуальных оксидов.

Рафинат четвертого иттриевого каскада после упарки подмешивается к исходному раствору второго иттриевого каскада.

Упаренный рафинат первого иттриевого каскада, содержащий нитраты лантана, церия, празеодима, неодима использовался как исходный раствор первого неодимового каскада. В системе 100% ТБФ - РЗЭ - HNO_3 коэффициент разделения $\beta_{Nd/Pr}$ не превышает 1,4 что не позволяет эффективно произвести основную операцию первого неодимового каскада – из суммы легких РЗЭ выделить чистый неодим; поэтому для эффективного выделения неодима из смеси легких РЗЭ La, Ce, Pr, Nd в экстракционную систему введен высаливатель – азотнокислый алюминий, что повышает $\beta_{Nd/Pr}$ до 1,6. Окончательная очистка неодима производилась на трех каскадах, а лантана – на двух каскадах.

Реэкстракт первого лантанового каскада посылался на электрохимическое окисление церия. Трехвалентный церий окисляли на платиновом аноде, а затем экстрагировали на ТБФ.

3 Перспективные источники РЗЭ в России

3.1 Лопаритовый концентрат

В России на сегодняшний день лопарит – это единственный перерабатываемый в промышленном масштабе концентрат с попутным получением редкоземельной продукции. Как уже было описано в разделе 2, уровень переработки этого концентрата доходил на заводе Силмет в 80-х годах до 16 тыс. т, т.е. производилось 4000 т РЗЭ/г. Сегодняшние мощности Соликамского магниевых завода (СМЗ), где лопаритовый концентрат перерабатывается по хлорной технологии, составляют не более 1500 т РЗЭ/г. Хлорная технология предусматривает обработку концентрата элементарным хлором при температуре 850°. При этом образующиеся летучие хлориды ниобия, тантала и титана отгоняются и разделяются. Образующийся хлоридный плав, содержащий РЗЭ, обрабатывается водой и дезактивируется с целью очистки от тория и радия. Продукцией является суммарный редкоземельный концентрат, который следует использовать для получения из него индивидуальных лантана, церия, неодима и празеодима. К сожалению, в России до сих пор не создано экстракционного разделительного производства с целью получения перечисленных элементов легкой группы. В качестве пожелания здесь можно высказать такое предложение: такое производство следует создавать мощностью не менее 3000 РЗЭ/г, т.к. легкая группа РЗЭ будет в будущем получаться и из других источников (например, Томтор), о чем речь пойдет ниже.

3.2 Апатитовый концентрат

Как уже отмечалось ранее, АО «АКРОН» осуществляет в настоящее время промышленный запуск технологии извлечения РЗЭ из апатита при его азотнокислотной переработке на удобрения с одновременным получением концентратов индивидуальных элементов легкой группы. Это достаточно знаковое событие: уже более 40 лет говорится о том, что нужно извлекать РЗЭ при азотнокислотной переработке апатита на удобрения и, наконец, это реализуется. В этой связи предстоит решить два важных вопроса: отработать технологию получения высокочистых индивидуальных легких РЗЭ и разработать промышленную технологию разделения РЗЭ средней и тяжелой группы. Учеными Росатома накоплен здесь достаточный опыт.

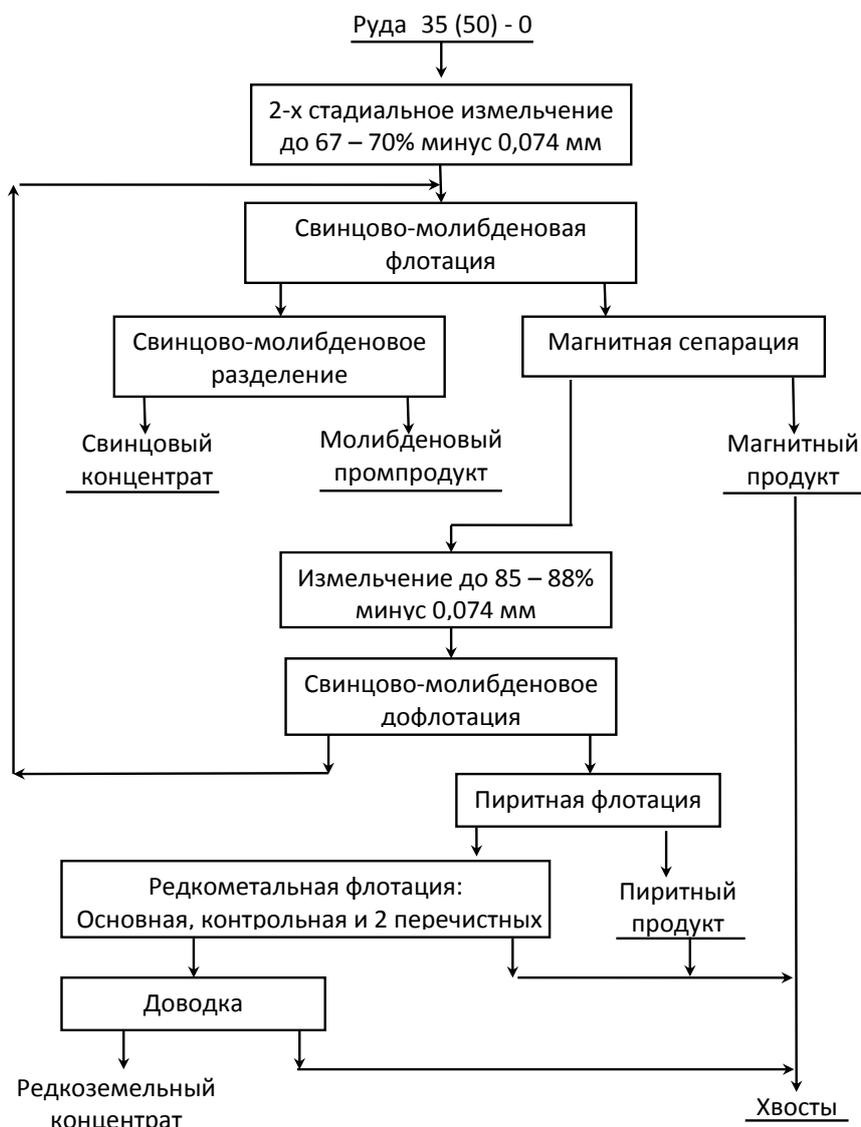


Рис. 8. Принципиальная технологическая схема обогащения редкометалльных руд на Актюзской обогатительной фабрике

Говоря об извлечении РЗЭ из апатита мы упомянули только АО «АКРОН», хотя целесообразно рассматривать в этой связи все заводы, перерабатывающие апатит по азотнокислотной технологии: КЧХК, Россошь, Дорогобуж. Апатит вполне можно считать одним из основных источников РЗЭ в России.

3.3 Красноуфимский монацит

В 83 тыс. тонн монацитового красноуфимского концентрата содержится более 40 тыс. тонн РЗО. Для извлечения редких земель могут быть использованы два рассмотренных выше варианта – сернокислотный и щелочной с последующим растворением гидроксидов в азотной кислоте. Если оценивать мировые тенденции переработки монацита последних лет, то предпочтение отдается в последние годы варианту сернокислотному, как более экономичному. При этом, несмотря на неважное извлечение (не более 70%), этот вариант рассматривается как более простой. К тому же, не нужно извлекать ни торий, ни радий, ни уран. Все эти радиоактивные элементы направляются на хвостохранилище отходов. Таким путем идут такие фирмы, как австралийская Линас (в Малайзии) и Фронтир (ЮАР).

Азотнокислотное растворение гидроксидов после щелочного вскрытия имеет целый ряд преимуществ: высокое извлечение РЗЭ (более 90%), возможность получения чистого урана и тория (к сожалению, очень ограниченное применение), утилизацию нитратов в виде удобрений и т.д. Однако, эта схема более сложна и требует организации производства по работе с радиоактивными веществами.

В 2012 г. АО «ВНИИХТ» провел широкий цикл исследований и разработал автоклавную щелочную технологию переработки монацитового концентрата с получением суммарного концентрата РЗЭ, уранового концентрата и чистого тория.

В 2013 г. АО «ВНИИХТ» разработал технологическую схему разделения этого концентрата с получением индивидуальных РЗЭ.

Госкорпорацией Ростехнологии и группой компаний ИСТ для переработки красноуфимского монацитового концентрата создана Госкомпания Триартмайнинг, которой и предстоит сделать выбор в пользу того или другого способа вскрытия.

3.4 Фосфогипс

По серноокислотной технологии в России ежегодно перерабатывается более 4 млн. т апатитового концентрата. При этом образуется более 6 млн. т фосфогипса в виде фосфополугидрата и фосфодигидрита [12]. Приняв средние содержания РЗЭ в фосфогипсе равным 0,5%, получаем более 30 тыс. т РЗЭ, которые ежегодно «закапываются» в фосфогипсе.

Над разработкой промышленной технологии переработки фосфогипса с целью получения пригодных для строительства вяжущих материалов и попутного извлечения редких земель работают несколько коллективов (ИХГРЭМС, НИИУИФ, АО «УралХим», АО «ВНИИХТ» Скайград и др.). Исследователи пытаются применить два метода извлечения РЗЭ – азотнокислотный и серноокислотный (в различных вариантах). Первый метод хорош тем, что все продукты находят сбыт [14]. Недостаток в том, что организация переработки требует строительства завода по производству азотной кислоты. Некоторые группы исследователей довели испытания метода серноокислотного извлечения РЗЭ из фосфогипса до опытных укрупненных испытаний, однако, сказать, что тот или иной вариант этого метода готов к промышленному внедрению затруднительно без проведения серьезного ТЭО.

3.5 Месторождение Томтор

Это месторождение, несмотря на свое не очень удобное с точки зрения транспортировки руды расположение (Таймыр), уже более 10 лет привлекает внимание исследователей. Работы по созданию технологии его переработки проводились такими институтами, как Красноярский институт химии и химической технологии, Гиредмет и АО «ВНИИХТ». Руды этого месторождения представлены в основном корами выветривания карбонатитов, они характеризуются высокой дисперсностью, низкой степенью высвобождения полезных минералов из сростков, что делает малоэффективным процесс обогащения, включая флотацию.

Запасы подсчитаны на участке Буранный. По данным предварительной разведки содержание редких земель цериевой и средней подгрупп в рудах 11,96%, иттриевой – 0,842%, запасы соответственно – 3806 и 842 тыс. т.

Из работ по вскрытию руды месторождения Томтор можно упомянуть схему, предложенную красноярскими учеными [13], предусматривающую измельчение до крупности – 0,074мм, обработку 45% NaOH, растворение кека в 6-8м соляной кислоте, дезактивацию от радия на сульфате бария, экстракционное извлечение урана и скандия на ТБФ, электрохимическое восстановление европия с его последующим выделением совместно с сульфатом стронция, экстракцию РЗЭ на смеси экстрагентов и получение суммарного концентрата РЗЭ.

Говорить о том, что схема готова к опытным испытаниям, было бы преждевременно. В 2014 году Госкорпорация «Ростехнологии» совместно с группой компаний ИСТ выиграла два конкурса – на создание технологии по переработке руды месторождения Томтор с получением суммарного концентрата РЗЭ и технологии получения индивидуальных элементов из этого концентрата. Следует надеяться, что в ближайшие 1-2 года мы будем иметь надежную технологию переработки руд Томтора с извлечением всех ценных компонентов (таблица 2).

Таблица 2 – Состав руд Томторского и Чуктуконского месторождений [13]

	P ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	TiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	CaO	SrO	BaO	SiO ₂	SO ₃	CO ₂
Томтор	10,2	6,7	5,0	17,1	16,0	12,0	0,15	2,6	3,8	3,2	3,8	0,5	1,5
Чуктукон	7,1	0,5	0,9	4,9	4,8	51,4	12,4	0,9	0,4	2,5	4,8	-	-

3.6 Катугинское месторождение

Катугинское циркон-пироксоло-криолитовое месторождение расположено на севере Читинской области в 90 км от станции Чара (БАМ). Запасы Катугинского месторождения утверждены протоколом ГКЗ по состоянию на 01.01.94 г. К балансовым запасам первоочередной отработки отнесены запасы редкометалльных и иттриевых руд в контуре проектного карьера Восточного блока. Руды месторождения содержат, %: РЗЭ – 0,367, Y₂O₃ – 0,042, Nb₂O₅ – 0,312, Ta₂O₅ – 0,018, ZrO₂ – 1,62, U – 0,076, Th – 0,0223.

Международной компанией IMS Montan в 2008г. было выполнено серьезное исследование, хотя оно и называлось «Предварительное исследование Катугинского редкометалльного месторождения». Исследование предусматривало получение целой гаммы продукции: ниобий, тантал, циркониевый концентрат, редкоземельный концентрат, криолит, тетрафторборат калия, уран. В исследовании предусматривалось серноокислотное вскрытие пироксоло с получением ниобия и тантала и направлением остатка в схему извлечения РЗЭ из гагаринита. С точки зрения проработки это исследование можно отнести к одному из самых полных. При этом следует иметь в виду, что введение в эксплуатацию одного крупного месторождения (Томтор, например) блокирует перспективы для любого другого крупного объекта.

3.7 Чуктукон и другие месторождения

Чуктуконское месторождение находится в Нижнем Приангарье (Красноярский край) и представляет собой коры выветривания карбонатитов, отличающиеся высокой дисперсностью, оно содержит более 50% железа, 12% марганца и более 7% РЗЭ (таблица 2). Преимуществом этого месторождения является, кроме состава, является то, что оно расположено относительно недалеко от Богучанской ГЭС, это решает вопрос энергоснабжения. Руду предлагается добывать открытым способом и после дробления и измельчения подвергать автоклавному выщелачиванию азотной кислотой при 220°C. После вскрытия кек направить на выделение ниобия, а раствор – на экстракционное извлечение РЗЭ. Затем следует осаждение суммарного РЗ-концентрата в виде карбонатов. Схему конечно же нельзя рассматривать, как готовую к укрупненной проверке: предложение по термическому разложению нитратов с целью регенерации азотной кислоты выглядит спорным, как и предложение по восстановлению железа до металла, как и способ дезактивации.

Мы рассматриваем месторождение Томтор в сравнении с Чуктуконом как более близкое к промышленному приме-

нению по той причине, что переработка Томтора уже включена в планы Госкорпорации «Ростехнологии» и группы компаний ИСТ, хотя территориально Чуктукон смотрится выгодней.

Что касается других редкоземельных месторождений России, которые можно назвать месторождениями дальнего резерва, то здесь необходимо указать Кичерскую группу месторождений и рудопроявлений (более 50 объектов) в Бурятии с главным рудным минералом ксенотимом и средним содержанием в рудах до 5% РЗО с долей иттриевых лантаноидов 37-41%, цериевых – 3-29%, оксида иттрия до 34-56%. Руды ториеносны, торий в основном связан с торитом. Содержание элемента может достигать 3,5%.

3.8 Тиманская группа месторождений (Республика Коми)

В нее входят 7 месторождений (Бобровское, Октябрьское и др.). К числу объектов первоочередного изучения в силу преимущественно иттриевого состава руд относится Октябрьское месторождение. Руды этого месторождения приурочены к альбитизированным кварцитам. Рудное тело жиллообразной формы прослежено на 320 м при средней мощности 2,5-3,0 м. На глубину изучено до 100 м. Основным рудным минералом является ксенотим. Запасы и ресурсы месторождения оцениваются в 6 тыс. т при содержании 02,03% РЗО.

Ситуацию с редкоземельными месторождениями можно кратко оценить так:

- для определения последовательности ввода в эксплуатацию новых месторождений редких земель необходимо составление сравнительного ТЭО;

- представляется, что по крайней мере до 2017 г. надо использовать возможности, которые дают эксплуатируемые сейчас месторождения:

Ловозерское, для которого видится целесообразным создание разделительного производства для получения индивидуальных элементов из суммарного концентрата редкоземельных концентратов СМЗ;

Хибинская группа месторождений апатита, где АО «АКРОН» уже начинает выделение редких земель.

Геологические работы на упомянутых выше перспективных месторождениях (Кичерской и Тиманской группы) следует продолжать с целью не только обеспечения внутреннего рынка, но для возвращения на международный.

3.9 Извлечение РЗЭ из растворов подземного выщелачивания (ПВ) урана

Проблемой извлечения РЗЭ из растворов ПВ в Росатоме занимаются уже более 40 лет. Однако все эти годы проводились лишь поисковые исследования, ни одно из них не закончилось получением крупной партии (несколько тонн) материала, которая бы позволила сделать окончательные выводы в целесообразности применения этого метода для извлечения РЗЭ. Какие здесь возникали вопросы? Во-первых, низкое содержание РЗЭ в продуктивных растворах (не более 1 мг/л, тогда как содержание урана 20 мг/л). Отсутствие накопления РЗЭ в растворах повторного использования. Необходимость использования сложной схемы дезактивации, т.к. с редкими землями происходит концентрирование радиоактивных продуктов уранового и ториевого рядов. Эти схемы предусматривают, как показывает практика переработки ураносодержащего месторождения «Меловое», применение как минимум 4 стадий дезактивации от таких продуктов распада урана, как полоний-210, актиний 190 и т.д., когда нужно использовать осадительные, экстракционные и другие методы очистки.

В последние годы на месторождениях, где применяется ПВ урана (Далур и Хиагда) проведены работы по созданию технологии сорбционного извлечения РЗЭ. Намечается создание редкоземельного производства в Краснокаменске, где должно производиться 10 т скандия и 450 т редкоземельного концентрата из Далура и 350 т из Хиагды [15]. Ввод в эксплуатацию такого производства (после решения всех вопросов, связанных с дезактивацией) является важным этапом в обеспечении России редкоземельными элементами в первую очередь средней и тяжелой групп, содержание которых в таких растворах повышено (до 40 % РЗО).

Выводы

1 Основными источниками редкоземельного сырья в России для промышленной переработки на ближайший период (2015-2017 г.) останутся лопарит и апатит.

2 Хранящийся в Красноуфимске монацитовый концентрат нуждается в полупромышленной проверке с точки зрения выбора метода вскрытия. Промышленное внедрение технологии переработки монацита будет способствовать ускорению ввода в эксплуатацию технологии переработки руд Томтора.

3 Создание промышленной технологии переработки руд месторождения Томтор и ее реализация потребуют не менее 3-4 лет.

4 Несмотря на то, что некоторые компании в своих планах предусматривали получение редких земель из фосфогипса в количестве более 5 тыс. т РЗО/г, говорить о близкой лавине РЗЭ из этого источника преждевременно. Думается, что промышленное внедрение метода получения редких земель из фосфогипса потребует не менее 2-3 лет.

5 Современная технология экстракционного получения индивидуальных РЗЭ среднетяжелой группы (из апатита как и других источников) должна пройти полупромышленные испытания прежде, чем быть рекомендованной промышленно-сти.

6 Для того, чтобы занимать достойное место на рынке мировых производителей редкоземельной продукции, работы по таким месторождениям, как Катугинское, Чуктуконское, Тиманская группа и др., необходимо продолжать.

7 Китай останется мировым лидером в технологии и производстве РЗМ в течении ближайших 5 лет.

Литература:

1. Kerry Satterthwaite Global rare earth market. 10th International Rare Earth Conference Singapore 11-13 November 2014.

2. Alexander Prokter. «Materials for magnets in wind turbines». 10th International Rare Earth Conference Singapore 11-13 November 2014.
3. Г.А. Сарычев, В.Д. Косынкин, В.А. Глебов. Ключевые элементы модернизации. Цветные металлы, №4, 2011, с.38-44.
4. В.Д. Косынкин, Ю.М. Трубаков. «Элементы будущего сегодня и завтра», Металлы Евразии №5, с.40-44.
5. Каплан Г.Е., Успенская Т.А., Зарембо Ю.И., Чирков И.В. Торий, его сырьевые ресурсы, химия и технология. Из-во государственного комитета Совета Министров СССР по использованию атомной энергии. Москва, 1960 г.
6. Косынкин В.Д., Котова В.М., Шаталов В.В. Состояние проблемы тория в России. «Химическая технология». Март 2004 г.
7. J.T. Skorovarov, V.D. Kosynkin, S.D. Moiseev and N.N. Rura. Recovery of rare earth elements from phosphorites in the USSR. Proceedings of the nineteenth rare earth research conference, Lexington, Kentucky, July 14-19, 1991, p. 71.
8. V.D.Kosynkin, S.D.Moiseev, C.H.Peterson and B.V.Nikipelov. Rare earth industry of today in the Common wealth of Independent States. Journal of Alloys and Compounds, 192 (1993) 118-120.
9. James N. Hedrick, Shyona P. Sinha, Valery D. Kosynkin. Loparte, a rare-earth ore (Ce, Na, Sr, Ca(Ti, Nb, Ta, Fe³⁺)O₃). Journal of Alloys and Compounds, 250 (1997) 467-470.
10. В.Д. Косынкин. Восстановление редкоземельной промышленности России. Технологии Госкорпорации Росатом. Доклады отраслевой научной конференции 3-4 апреля 2013г., НИЯУ МИФИ, Москва, с.138-143
11. Л.И. Евтеева ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ОТЧЕТ ОсОО «Информационно-исследовательский центр», Карабалта, 2012, с.123.
12. Э.П. Локшин, Д.А. Тареева «Комплексная переработка фосфогипса» Материалы научной конференции Санкт-Петербург, 3-6 июня 2013г., с. 87.
13. Ю.А. Золотов, А.И. Холькин, Г.Л. Пашков и др. Гидрометаллургические процессы переработки нетрадиционного сырья редких и цветных металлов, Москва, 2010г., с. 72.
14. В.Д. Косынкин, О.К. Крылова и др. Комплексная переработка фосфогипса с получением химически осажденного мела, гипса и концентрата редкоземельных элементов. Цветные металлы, №3, 2012, с.31-34.
15. Страна Росатом №2 (178), 2015, с.7.

Влияние электромагнитного излучения от воздушных линий электропередач на жизнь и здоровье людей

Мифтиев Дамир Зиннурович, соискатель, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург

В статье исследуются общая проблематика воздействия воздушных линий электропередач на среду обитания крупных городов и мегаполисов, здоровье людей.

Ключевые слова: электроэнергия, воздействие, среда, здоровье, человек.

Keywords: electric power, influence, environment, health, man.

В последнее время человечество стремительно наращивает объем производства, развивается технология и инфраструктура жилого сектора. Эти процессы являются следствием наращивания объема энергопотребления. Причем зачастую высоковольтное энергопотребление происходит вблизи жизни и деятельности человека — тем самым неблагоприятно влияя на состояния его здоровья. Существуют конечно определенные нормы, регулирующие размещение ЛЭП вблизи населенных пунктов — но даже при их соблюдении, как показывают современные исследования, вред здоровью человека все равно наносится электромагнитным излучением от высоковольтных линий [10, с.30].

При этом стоит отметить, что способ доставки электроэнергии зачастую выбирают не из соображений экологической безопасности, а только лишь из экономических соображений. Наиболее дешевыми и доступными способами доставки электроэнергии к потребителю в настоящее время являются воздушные линии электропередач (ЛЭП) [1, с.56]. Но при низкой цене, такой вид доставки электроэнергии несет высокую опасность для экологической среды и здоровья человека. С ростом передаваемого напряжения

и развитием сети ЛЭП все более сильным становится влияние на биосферу электромагнитных полей. Электромагнитные поля создаются также вблизи открытых распределительных устройств.

В городах и населенных пунктах в последние годы резко увеличилась сеть сверхвысоковольтных линий электропередачи (500—750—1150 кВ), которые являются мощными источниками электромагнитного поля, так называемой промышленной частоты (50 Гц). Их воздействие неблагоприятно отражается на развитии сельскохозяйственных культур, возделываемых на территориях, непосредственно прилегающих к этим зонам. Создаваемый вблизи поверхности земли в самой верхней части грунтовой толщи электромагнитный фон может достигать на отдельных ограниченных участках величины десятков вольт на один метр расстояния. При напряженности поля в земле почвогрунты уплотняются, в них изменяются и замедляются биохимические процессы, деформируются клетки в почвенных микроорганизмах и т. п. [2, с.148].

Влияние электромагнитных полей на организм человека исследовалось давно, еще с тех самых пор, как эти поля были открыты. Пока что можно сказать лишь о каком-то

воздействии на человека и животных, степень, однако, и механизмы воздействия до конца не изучены.

На земле есть два вида магнитных полей: антропогенное и естественное. Естественное имеет гораздо большую площадь, но меньшую интенсивность. Поэтому антропогенные поля гораздо более губительны для всего живого. Учитывая технический прогресс, можно сказать, что искусственные поля уже сильнее природных. Источниками их являются радиопередающие устройства с потрясающей мощностью, транспортные средства, работающие на электричестве, линии электропередачи [6, с.23].

Если стоять непосредственно под линией передач, то на метр почвы подчас приходится несколько тысяч вольт, в то время как даже одна тысяча достаточна для разрушения нервной системы, нарушения работы эндокринной системы и обмена веществ. При длительном интенсивном воздействии нарушается ритм сокращений сердца, активность мозга, уровень кровяного давления, иммунитет. Хотя стоит отойти от линии передач на 100 метров, и количество вольт на квадратный метр заметно сокращается [7, с.95].

При появлении мощного источника магнитных и электрических полей нарушается давно установившаяся экосистема, а внешние магнитные и электрические поля вызывают токи и заряды внутри человека. Максимум воздействия наблюдается в середине пролета, так как там провода наиболее приближены к земле. Минимум воздействия около опор, так как там больше высота и есть экранирование.

Наименее защищен от воздействия электромагнитных полей копытный человек, так как подошва обуви которого изолирует его от земли [7, с.96]. При этом потенциал может достигать отметки 10 кВ, импульс тока, проходящий через тело человека при касании заземленного предмета — травинка, ветка, — 100-200 мкА. Импульс такой силы не может безвозвратно навредить, но более чувствительные к воздействию животные стараются лишиться раз не приближаться к ЛЭП, о чем стоит задуматься и людям.

При воздействии тока на организм решающую роль играют токи, проходящие сквозь него, так как в органах человека постоянно циркулируют кровь и лимфа.

Экспериментально было установлено, что безопасное воздействие проходит при отметке плотности тока проводимости 0,1 мкА/см, потому что биотоки мозга человека повышают эту цифру.

У людей, проживающих вблизи линий электропередач и трансформаторных подстанций, могут возникать изменения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, нейрогуморальной и эндокринной систем, нарушаются обменные процессы, иммунитет и воспроизводительная функция.

Для обеспечения защиты проживающего вдоль трасс электропередач от прямого действия электрического поля, установлены защитно-санитарные зоны, к которым относят территорию вдоль трасс. Размеры же этих защитных зон

устанавливаются в прямой зависимости от силы напряжения данных трасс электропередач. И если напряжение электрического поля ниже или равно 1кВ/м защитная зона не устанавливается. Согласно ГОСТу расстояние защитной зоны для линий электропередач с напряжением 10 кВ равно 3 метра от крайнего провода линии до жилых построек. Замеры показали более четырёх метров расстояния до линии от дома нашего читателя. Но уже для линий с напряжением 20 кВ это расстояние должно равняться минимум 10 метров [9, с.105].

Контролировать же соблюдение этих минимальных расстояний до жилых построек, а также производить контроль над проводимыми работами в защитных зонах линий высоковольтных электропередач должна та организация, которой принадлежит данная линия. Но организации, владеющие линиями электропередач зачастую пренебрегают и мерами безопасности и установленными экологическими нормами, оправдывая это как бы благой целью техногенного развития человечества. Санитарными нормами определены безопасные расстояния для постоянно проживающих людей вблизи ЛЭП. На сегодняшний день многие специалисты принимают за безопасные для людей уровни электрического поля менее 0,1 мкТл. Человек, работающий на поле, вблизи линии электропередачи напряжением 500-735 кВ находится в зоне действия ЭМП с напряжённостью более 10 кВ/м. Время пребывания в этих условиях ограничивается 3 часами [12, с.10].

Исследователи, выступающие за экологическую безопасность утверждают что для повышения экологической безопасности системы электроснабжения в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети, использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы) [8, с.22]. Но с другой стороны — не для всех производственных организаций такой подход будет рентабельный. К тому же — прокладка подземных линий электропередач займет много времени, что так же не входит в планы большинства организаций-потребителей больших объемов электроэнергии.

Ряд других исследователей выступает за разработку специальной защиты от электромагнитного излучения воздушных высоковольтных линий, которую необходимо установить на уже имеющиеся линии электропередач [14, с.56]. Но опять же — установка дополнительных средств защиты понесет дополнительные материальные траты. В меньшей мере чем прокладка под землей линий электропередач заново, но все же затраты будут существенные, и не все владельцы ВЛЭП готовы их понести.

В итоге — проблема воздействия воздушных линий электропередач на внешнюю среду и здоровье человека имеет ряд намечившихся путей ее решения, но пока остается открытой.

Литература:

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. - М.: Гардарики, 2012. — 602 с.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 512 с.
3. Данилов, Г.А. Системный подход к анализу мероприятий, повышающих надёжность энергетических объектов / Г.А. Данилов, А.Г. Данилов [и др.]// Науч. пробл. трансп. Сиб. и Дал. Вост. — 2013. — №1. — С. 357–362.
4. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В. и др. Теоретические основы электротехники. Изд. 4 доп. Т. 2. - СПб.: Изд. Питер 2006. — 575 с.

5. Закорюкин В.П., Крюков А.В. Сложнонесимметричные режимы электрических систем — Иркутск: Издательство Иркут. гос. ун-та. 2005. — 273 с.
6. Красных А.А., Морозов А.С. Расчет напряженности электрического поля, создаваемого воздушной ЛЭП // Наука производство - технология- экология: Всерос. науч.-техн. конф.: Сб. материалов. Т. 4/ ВятГУ. - Киров, 2003. - С. 23-25.
7. Морозов А.С. Расчет напряженности электрического поля с учетом влияния тела человека / Международная научно-практическая конференция Энергетика сегодня и завтра: Сборник статей. Киров:Изд-во ВятГУ, 2004. - С.95-99.
8. Морозов А.С., Коврижных Ю.В., Хлебников В. А. Оценка экономической эффективности внедрения указателя напряжения свыше 1000 В "Радуга" // Наука ПРОТЭК: Всерос. науч.-техн. конф.: Сб. материалов, т. 4. / ВятГУ - Киров, - 2004. - С.20-24.
9. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - СПб.: Изд-во ДЕАН, 2003. — 336 с.
10. Проектирование механической части ЛЭП: учебное пособие. Спец. 140205 / ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭЭС; сост. А.П. Вихарев, А.В. Вычегжанин, Н.Г. Репкина. — Киров, 2009. — 140 с.
11. Разработка рекомендаций и средств защиты персонала при обслуживании высоковольтного электрооборудования под напряжением: отчёт о НИР (промежут. г/б — 11 / ФБОУ ВПО "НГАВТ"; рук. Горелов В.П.; исполн. Данилов Г.А. [и др.] — Новосибирск: [б.и.] 2013. — 141 с.
12. Тураев В.А., Базанов В.П. О мерах безопасности при работах на воздушных линиях под наведенным напряжением. — Электрические станции, 2002, № 7. — С. 10-12.
13. Шилин, А. Н. Проблемы повышения надежности работы воздушных электрических сетей / А.Н. Шилин, А.А. Шилин, О.И. Доронина // Моделирование и создание объектов энергоресурсосберегающих технологий: сб. матер. межрегион. науч.-практич. конф. (г. Волжский, 20-23 сент. 2011 г.) / Филиал МЭИ (ТУ) в г. Волжском. — Волжский, 2011. — С. 227–229.
14. Шилин, А.Н. Пути повышения надежности системы электроснабжения / А.Н. Шилин, О.И. Доронина // Ресурсо-энергосбережение и эколого-энергетическая безопасность промышленных городов: сб. матер. второй всерос. науч.-практич. конф. (г. Волжский, 23-26 сент. 2008 г.) / Филиал МЭИ (ТУ) в г. Волжский [и др.] — Волжский, 2008. — С. 54–59.
15. Шишков Е.М. Определение напряженности электрического поля вдоль трассы комбинированной многоцепной воздушной линии электропередачи. / Ведерников А.С., Гольдштейн В.Г., Шишков Е.М. // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». — Самара: СамГТУ, 2012. — №4(36). — С. 150-154.

Некоторые особенности вероятностной оценки уровня конструктивной безопасности морских судов

Москаленко Михаил Анатольевич

ФГБОУ ВПО "Морской государственный университет им. Г.И. Невельского" (г. Владивосток)

Серьезные аварии с исчерпанием корпусом судна своей несущей способности и последующим переломом становятся в последние годы актуальной проблемой для безопасности морского судоходства и загрязнения экосистем. Проблема оценки уровня конструктивной безопасности и связанных с ней рисков эксплуатации стоит достаточно остро как для судовладельцев так для страховщиков и P&I клубов. В статье излагается, предложенный автором вероятностный подход к оценке уровня конструктивной безопасности судна с методологической позиции рисков.

Ключевые слова: судно, конструктивная безопасность, риск.

Some features of probabilistic evaluation the level of constructive security of seagoing ships

Serious accidents with the exhaustion of the hull as a result of its bearing capacity and then fractured in recent years is becoming a pressing issue for the safety of maritime navigation and pollution of ecosystems. Assessments of the level of constructive Security Problem and related risks of exploitation costs a badly both for ship owners so for insurers and P&I clubs. Article outlines proposed by the author of the probabilistic approach to assessing the level of constructive security vessel from the methodological position of risks.

Keywords: ship, constructional safety, risk.

Аварии судов с исчерпанием корпусов своей несущей способности и последующим переломом стали актуальными с самого начала развития цельносварного судостроения, как, например, было типично для серийных судов типа п/х «Либерти».

Аварии происходили во время балластных переходов, на волнении и в холодное время года. Последующий научный анализ позволил сделать выводы о конструктивных

недостатках проекта, недооценки уровня концентрациях напряжений в конструкциях. По данным Ховарда за десять лет (1943–1953 гг.) на судах длиной более 100м наблюдалось 1450 случаев разрывов корпуса или переломов. Из них 231 аварию можно классифицировать как серьезную и связанную с опасностью перелома. Тем не менее с развитием уровня судостроительной науки подобные аварии не прекратились. Сюда можно отнести и

нашумевшие экологические катастрофы, связанные с переломом корпуса танкеров м/т «Эрика» (1999 г.) и м/т «Престиж» (2002 г.). Тогда перед специалистами была поставлена задача — обеспечить «конструктивную безопасность» судов как систем с неэкономической ответственностью. Это требование вызвало соответствующую политическую реакцию со стороны ИМО и ЕС, связанную с выводом из эксплуатации однокорпусных танкеров.

Наиболее серьезной из аварий остается перелом в 2013 году «мега-контейнеровоза» т/х «Мол комфорт» 316 м длиной. Последовавшее расследование не выявило конструктивных недостатков судна. По результатам расследования в середине декабря 2013 г. совет международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) принял новые правила по конструкции нефтеналивных танкеров, балкеров и судов класса «Post-Panamax». А 11 декабря 2014 г. МАКО приняло общие правила структурной безопасности для сухогрузных судов и нефтеналивных танкеров которые вступили в силу с 1 июня 2015 г.

Пока опыта эксплуатации судов, построенных по новым правилам не существует, а в судоходную отрасль еще длительное время будут поступать о суда заказанных до введения новых правил. На сегодняшний день постройка «мега-контейнеровозов» и навалочников приняла настоящий «бум». Уже заказаны суда вместимостью 20600 ед. дфэ. длиной 400 метров и навалочники дедвейтом 400 тысяч тонн. Поэтому, проблемы оценки обеспечения достаточного для эксплуатации уровня конструктивной безопасности стоят в настоящее время достаточно остро для морского судоходства.

На практике следует учитывать и то обстоятельство, что с позиции судовладельца любое судно рассматривается как «инструмент для получения прибыли» и, следовательно ни один судовладелец не откажется от прибыли в пользу перевозок необоснованных увеличений запасов прочности за счет увеличения массы корпуса и соответствующего уменьшения дедвейта судна.

Со своей стороны классификационные общества вынуждены снижать коэффициент запаса прочности, по мере развития судостроительной науки и необходимости привлечения под свой надзор потенциальных клиентов. Современные «мега-суда» построенные с целью экономии издержек на масштабе размеров остаются и будут оставаться относительно «гибкими», с риском потерять несущую способность корпуса даже у причала при неправильном порядке выполнения грузовых работ, даже при наличии двухкорпусной конструкции. Надежды мирового сообщества на контроль «конструктивной безопасности» со стороны государства порта согласно резолюции ИМО А.787(19) по нашему мнению не оправдывают себя, так как конструктивная безопасность относится к пассивной (или скрытой) составляющей безопасности и может быть достаточно эффективно проконтролирована только во время освидетельствования подводной части корпуса судна в доке.

На заседаниях комитета по безопасности ИМО неоднократно отмечалось, что предсказать возможность катастроф на море может только научный анализ рисков и управления рисками. Всё это позволит лучше понять природу катастроф на море и создать условия для их предотвращения [1]. Однако просчитать, предупредить и ликвидировать последствия рисков на море в условиях заведомо неполной информации просто невозможно. Сама по себе обсуждаемая проблема не нова, но сегодня наиболее акту-

альным является разрешение двух аспектов этой проблемы, касающихся определения степени риска и разработки научных принципов и обоснований мероприятий, направленных на уменьшение рисков, связанных с обеспечением конструктивной безопасности морских судов. Между тем, несмотря на то, что узаконенного определения риска в международном морском праве пока не существует, в теории статистических решений [2] вводится мера «риска». Считается, что «риск равен разности между ожидаемым результатом действий при наличии точных данных обстановки и результатом, который может быть достигнут, если данные точно не известны». Математическая запись этого определения будет более понятна, если обозначить риск $R(t_i)$, вероятность предсказанного события — $R(N_i)$, отсюда можно сделать вывод, что существует определённая несущая «способность» конструкции $N = f(\sigma, \lambda, \beta, \gamma)$, зависящая от характеристики σ механических свойств материала конструкции и её геометрических параметров — λ, β, γ . Следовательно, чтобы определить «уровень» способности N конструкции противостоять внешним воздействиям, достаточно знать, в какой точке пространства параметров $\sigma, \lambda, \beta, \gamma$ в данный момент времени находится рассматриваемая конструкция.

$$R(t_i) = 1 - \mu(N_i). \quad (1)$$

На первый взгляд кажется, что по этой формуле можно определить риск без особых затруднений. Между тем без специальных исследований предметной области рассматриваемого события рассчитать величину риска практически невозможно. В первую очередь это касается определения (или задания) закона распределения $R(N)$ вероятности появления предсказанного события. Кроме того, что очень важно при принятии решений, связанных с техническим риском, установить величину допускаемого риска, при котором, например, конструкция способна сохранять или выполнять полезные функции с остаточным ресурсом.

В этой связи, касаясь направленности исследований, связанных с обеспечением конструктивной безопасности судов, важно отметить, что любая конструкция, в том числе и корпуса судна, должна выполнять определённую полезную функцию, которую в общем виде можно определить как способность выдерживать определённый уровень внешнего воздействия. После потери конструкцией этой способности она перестаёт существовать в реальном мире и в своём полезном качестве. Отсюда можно сделать принципиальный вывод, что **любой конструкции в физическом мире соответствует некоторая функция, отражающая вышеописанную способность**. Расширяя указанное понятие, мы можем видеть, что при подобном определении конструкции отпадает так называемая проблема внешних сил, поскольку независимо от типа, вида и рода внешнего воздействия «способность» его выдерживать определена исключительно свойствами материала конструкции и её геометрией.

Используя (1) к оценке каждой i конструкции с позиции рисков, по нашему мнению, следует определить: $\mu(N_i)$ — вероятность отказа i -й конструкции, т. е. фактически остаточный процент её несущей способности в момент времени t_i , например, на момент оценки конструктивной безопасности (дефектовки судна в доке).

При этом конструктивная безопасность должна оцениваться, в виде:

$$\sum_i^n R_i = \sum_i^n (1 - (N_i)). \quad (2)$$

Используя предложенную методику при детальном визуальном осмотре, можно, назначая вероятности отказа элементов конструкций, в целом достаточно объективно оценить конструктивную безопасность полностью по корпусу судна.

Для решения практических задач важно знать состояние конструкции в любой момент времени. Используя графическое изображение аналитической зависимости (2.1) (рис.1), можно определить расчетную точку $M(t_i)$, характеризующую с заданной степенью риска остаточную потен-

циальную способность конструкции выдерживать расчетные нагрузки, и одновременно выбрать направление dn вывода конструкции из опасного состояния в безопасное. К этому сводится выбор и назначение технологии ремонта корпуса судна в судоремонтной практике в условиях СРЗ. В принципе по мере развития судоремонта могут измениться только технологии перевода конструкции из одного состояния в другое, но цель остаётся неизменной — составить управляющую функцию, снижающую риски и повышающую конструктивную безопасность.

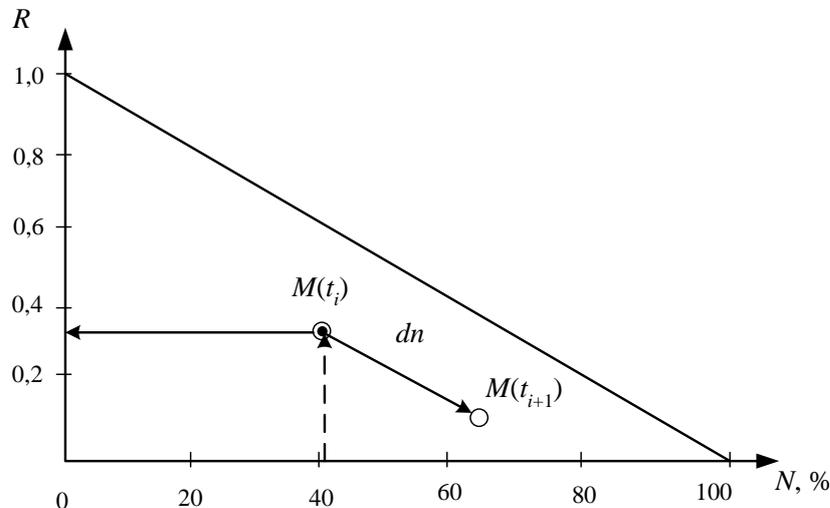


Рис. 1. Гипотетическая зависимость, построенная в координатах риск — остаточный ресурс

Выводы:

1. Остаточную потенциальную способность корпусной конструкции можно описать с заданной степенью риска.
2. Применяя подобный подход по п. 1 отпадает «проблема внешних сил» поскольку несущая способность кон-

Литература:

1. BIMCO News. 2003. Mar., 15. P.1–3.
2. Туркин В.А. Оценка риска возникновения аварийных ситуаций в случае нечетко определенных исходных данных // труды Международной научной школы на БРК — 2001 (Санкт-Петербург, 18–22 июня, 2001 г.) «Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах» - СПб: ООО «НПО Омега», 2001. С. 290–294.

струкции определена свойствами материала и геометрией самой конструкции.

3. Используя методологию оценки рисков можно с достаточной для практики точностью определять уровень конструктивной безопасности морских судов.

Программное микро моделирование узлов улично-дорожной сети города

Ротарь Виктор Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;
 Стеклёнов Николай Александрович, студент
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Введение

В последние десятилетия во многих крупных городах исчерпаны или близки к исчерпанию возможности экстенсивного развития транспортных сетей. Конечно один из вариантов решения проблемы — это полная модернизация и реконструкция улично-дорожной сети города, однако стоимость данного проекта не по карману городскому бюджету. Поэтому особую важность приобретает оптимальное планирование сетей, улучшение организации движения, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта [1]. Решение таких задач невозможно без математического моделирования транспортных сетей. Главная задача математического моделирования — определение и прогноз всех параметров функционирования

транспортной сети, таких как интенсивность движения на всех элементах сети, средние скорости движения, задержки и потери времени и т.д.

Выбор среды моделирования

Транспортные модели делятся на математические и имитационные. Первые оперируют известными законами движения транспорта, представленными в виде формул, систем уравнений и т.п. Вторые имитируют движение отдельных транспортных средств, поведение водителей, работу светофоров и т.п. На практике же чаще применяется некая смесь математических и имитационных моделей [1].

Системы транспортного моделирования на макроуровне (страна, город, микрорайон) оперируют демографическими данными, понятиями «граф дорог», «зона притя-

жения», «транспортный спрос и предложение». В них заложены данные о проценте использования автомобилей населением, о пропускной способности улиц, о количестве парковочных мест у торговых центров [2]. Макромодель использует в основном математические методы моделирования и пытается ответить на вопросы: «а зачем и куда все едут?», «а хватит ли пропускной способности улиц, чтобы всех обслужить?», «а что будет, если эту улицу перекрыть?» и т.п.

Микромодели оперируют конкретными объектами из «реального мира» — регулируемый перекресток, транспортная развязка, сеть улиц, автомобиль. При этом микромодель «знает» о количестве полос движения, о наличии подъемов/спусков, о характеристиках двигателей автомобилей, о правилах движения и остановки. Чтобы микромодель заработала на полную мощность, ей на вход необходимо подать информацию из макромодели [2]. Если данные макроуровня верны, микроуровень позволяет с высокой точностью имитировать реальный транспортный поток.

Таким образом к среде моделирования были предъявлены высокие требования. Для моделирования был выбран продукт AnyLogic 7, так как он поддерживает все

три известных метода моделирования (Системная динамика, Дискретно-событийное и Агентное моделирование). AnyLogic позволяет комбинировать все разные подходы к имитационному моделированию, что в дальнейшем позволит перейти от моделирования на микро уровне к макро уровню без потери данных и экономия большое количество времени.

Моделирование

Для построения модели были необходимы данные об интенсивности транспортного потока в часы пик. По предварительной статистике от «Яндекса.Пробки» были определены часы пик для каждого узла. Далее в течении двух недель в будние дни (понедельник, среда, пятница) собирались данные об интенсивности транспортного потока, которые представляют собой количество транспортных средств, проезжающих через узел в определенном направлении, в единицу времени (тс/мин) [3].

Собранные ранее данные использовались для построения моделей. Пример внесения полученных ранее данных в модель показан на рисунке 1.

The screenshot shows the configuration window for a traffic light state diagram in AnyLogic. The interface includes a sidebar with tabs for 'Основные', 'Параметры', 'Статистика', and 'Описание'. The main area contains several configuration fields:

- Имя:** carSource
- Отображать имя:**
- Исключить:**
- На верхнем уровне:**
- На презентации:**
- Тип:** CarSource<C extends Car>
- Класс машины:** Car
- Объект RoadNetwork:** roadNetwork
- Машины прибывают согласно:** Интенсивности
- Интенсивность появления, машин в минуту:** 25
- Ограниченное количество прибытий:**
- Вместимость буфера:** 1000
- Дорога (фигура):** left_enter
- Полоса:** Выбирается случайно Задана

Рис. 1. Диаграмма состояний светофора

Одним из проблемных узлов в городе Томске является транспортное кольцо на пересечении улиц: Нахимова, Красноармейская и Елизаровых (рисунок 2). Основной проблемой данного узла является то, что в отсутствие разметки транспортные средства двигаются в 2 ряда, тогда как дорожное полотно позволяет двигаться в 3 ряда [4]. Также причиной сужения проезжей части на улице Нахимова является неправильная парковка автомобилей перед транспортной развязкой.

В микромодель была внесена 3я полоса, которая позволяет выполнять поворот направо из крайней правой полосы, независимо от основного кругового движения. Также в соответствии с правилами дорожного движения (п. 8.5) выезд на круговое движение осуществляется с любой полосы, а съезд (поворот направо) из крайнего правого положения. [4] Однако если присутствует знак «Направление движения по полосам» с соответствующим указанием, то поворот направо может быть выполнен и из 2го ряда, что собственно и было смоделировано.

В свою очередь, в микромодели перекрестков дорог, имеющих по одной полосе движения в каждом направлении, перед светофором вводились одна полоса для поворота налево, одна полоса для поворота направо и движения прямо и одна полоса для встречного движения (рис.3). По

модельной статистике для предлагаемой модернизации были получены данные об изменении пропускной способности перекрестка за счет введенной переразметки. Оценка производилась для различных периодов времени и удельного распределения транспортных потоков по статистике, получаемой по данным сайта «Яндекс.Пробки».

Модельный эксперимент подтвердил выдвинутую гипотезу о возможности увеличения пропускной способности отмеченных перекрестков мало затратным способом простой переразметки.

Заключение

Проведенный модельный эксперимент на основе данных сайта «Яндекс.Пробки» подтвердил целесообразность микро-моделирования проблемных транспортных узлов города в целях изучения возможности увеличения их пропускной способности. При этом данные сайта «Яндекс.Пробки» по своей сути фактически отражают данные макро-ситуации, имеющей место для УДС города в целом в территориальном и временном аспектах. Выделение проблемных узлов сети для их последующего анализа, изучения возможностей и последствий их модельной модернизации чрезвычайно важно при макро-моделировании УДС города, исходя из общесистемных требований.

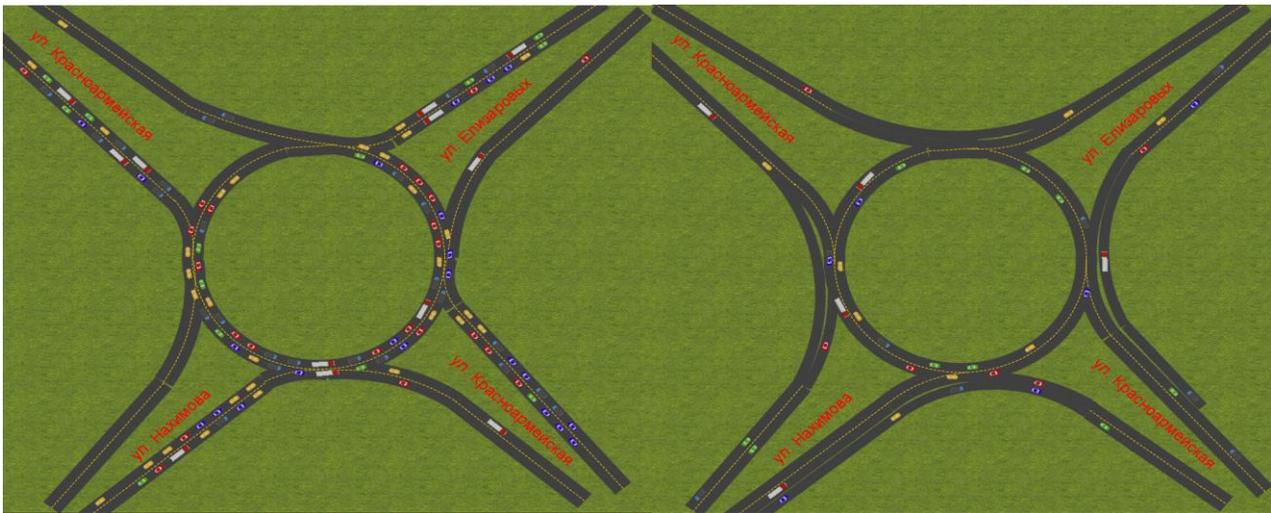


Рис. 2. Модель транспортного кольца до и после модернизации



Рис. 3. Модель перекрестка до и после модернизации

В частности, как показывает модельный эксперимент, не все возможности по увеличению пропускной способности узлов УДС на микро-уровне исчерпаны. Так, например, в результате создания модернизированной модели транспортного кольца (рис. 2) удалось, увеличить пропускную способность на 23% по модельной статистике. Фактически для всех моделированных узлов удалось получить положительное приращение пропускной способности. Сегодня в городе очень много мест, где простой переразметкой удалось повысить на основе микро-модели пропускную способность перекрестков на 7 – 15% в часы пиковых нагру-

зок (рис. 3). В ходе всей работы были созданы модернизированные модели и изучены возможности увеличения пропускной способности для большинства проблемных транспортных узлов и перекрестков Кировского района г. Томска. Приведенные в статье результаты научного эксперимента получены в рамках диссертационных работ магистрантов Института кибернетики Томского политехнического университета, материалы подготовлены к передаче в профильный комитет Администрации города Томска.

Литература:

1. Вельможин А. В. Теория транспортных процессов и систем: учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – М.: Транспорт, 1998. – 167 с.
2. Семенов В.В. Смена парадигмы в теории транспортных потоков – Препринт ИПМ № 46, Москва, 2006 / Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша.
3. Карпов, Ю. Г., Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – Москва, ИКЦ "Академкнига", 2005. – 279 с.

Переключение передач с различной степенью их перекрытия в коробках передач автомобилей и тракторов

Шарипов Валерий Мирхитович, доктор технических наук, профессор;
 Дмитриев Михаил Игоревич, кандидат технических наук;
 Шевелев Александр Сергеевич, доцент
 Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

В современных конструкциях автомобилей и тракторов широкое распространение получили коробки передач (КП), где переключение передач осуществляется без разрыва потока мощности от двигателя с помощью фрикционных сцеплений (ФС) с гидроподжатием.

В ряде работ [1-5] при математическом моделировании процесса переключения принимается, что при переключении передач могут буксовать ФС Φ_K включаемой и Φ_{K-1} выключаемой передачи. При этом во всех этих работах отсутствует экспериментальное подтверждение этого допущения. Хотя теоретически, с точки зрения самой возможности реализации одновременного буксования двух ФС, это вполне возможно, однако к реальному процессу переключения передач в КП такие представления не имеют отношения и являются ошибочными.

Для обоснования этого рассмотрим процесс переключения передач без разрыва потока мощности на примере элементарного узла КП с двумя параллельными валами (рис. 1) [6, 7]

Примем, что в начальный момент времени ($t = 0$) ФС Φ_{K-1} замкнуто и поток мощности от двигателя передается только через передачу $K-1$ (рис. 1, а). Процесс переключения начинается включением ФС Φ_K в то время, когда ФС Φ_{K-1} еще остается замкнуто и продолжает передавать крутящий момент. Физически процесс включения ФС под собой предполагает подачу давления в бустер ФС, постепенное сжатие пакета дисков, и как следствие его буксование. В результате, включаемое ФС Φ_K , буксуя, начинает передавать мощность в направлении от ведущего вала 1 к ведомому валу 2. Однако, величины момента M_T трения ФС Φ_K в начале переключения еще недостаточно для преодоления момента M_C сопротивления движению автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к ведомым дискам включаемого ФС. Здесь $M_C = M_C^*/u_K$, где M_C^* — момент сопротивления движению автомобиля или тракторного агрегата, приведенный к валу 2 КП (см. рис. 1).

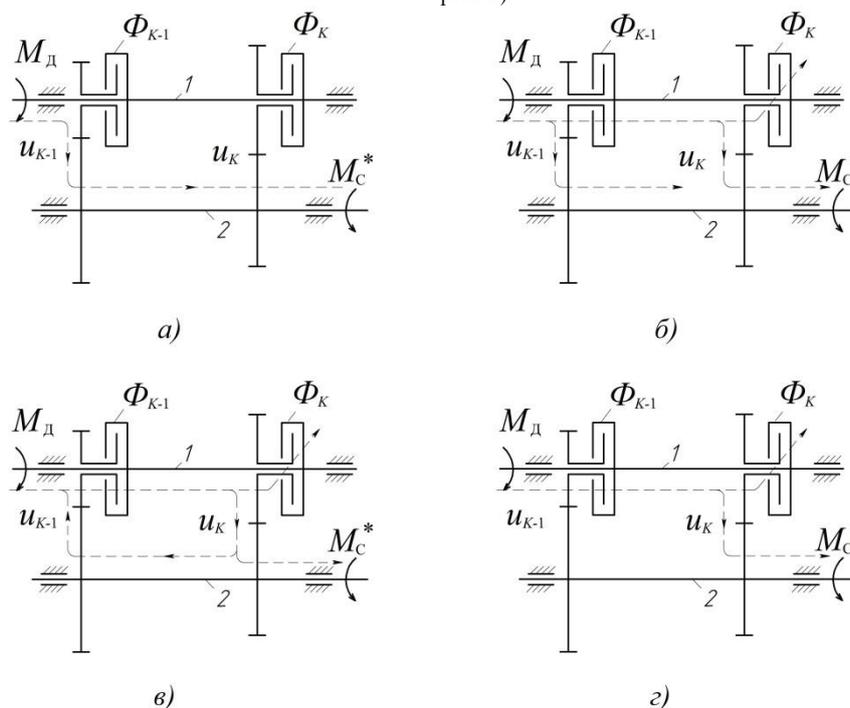


Рис. 1. Потоки мощности в КП:

а — при включенной $K-1$ передаче; б — при оптимальном перекрытии передач; в — при избыточном перекрытии передач; г — при разгоне автомобиля или тракторного агрегата на K передаче после завершения процесса перекрытия передач.

Поэтому для обеспечения безразрывности процесса переключения передачи в КП ФС Φ_{K-1} должно продолжать передавать определенный крутящий момент M_{T-1} , величина которого при прочих равных условиях зависит от

величины момента M_T трения включаемого ФС Φ_K на передаче K .

Экспериментальными исследованиями [4, 5] установлено, что угловая скорость вала двигателя ω_d в процессе переключения передач в КП автомобилей и тракторов при

перекрытии передач с помощью двух ФС изменяется незначительно. Поэтому если пренебречь изменением угловой скорости ω_d двигателя в период одновременной работы двух ФС, то уравнение моментов будет определяться выражением (см. рис. 1,б):

$$M_{T-1} u_{K-1} + M_T u_K = M_C^* \quad (1)$$

Из уравнения (1) видно, что на первом этапе переключения передач крутящий момент M_d двигателя передается валу 2 через два ФС одновременно, двумя параллельными потоками. При этом каждая из передач трансформирует подводимую к ней часть момента M_d двигателя в соответствии со своим передаточным числом. Следовательно, пренебрегая потерями в зацеплении зубчатых колес, силовое передаточное число \hat{u} рассматриваемого узла КП на первом этапе переключения изменяется в интервале между величинами кинематических передаточных чисел u_{K-1} и u_K соответственно $K-1$ и K передачи, т.е.

$$u_K \leq \hat{u} \leq u_{K-1}.$$

Таким образом, моменты M_{T-1} и M_T , передаваемые валу 1 со стороны ФС, являются в отношении вала 1 тормозными, что свидетельствует о передаче мощности от вала 1 к валу 2 двумя параллельными потоками через передачи $K-1$ и K (рис. 1,б).

Очевидно, что по мере увеличения давления в бустере ФС Φ_K соответствующий ему момент M_T также увеличивается. Другими словами поток мощности, передаваемый через передачу K , возрастает, а через передачу $K-1$ уменьшается.

Когда момент трения M_T на включаемом ФС Φ_K достигнет значения, достаточного для преодоления момента M_C сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K , то ФС Φ_{K-1} может быть полностью выключено и разрыва потока мощности не произойдет. Таким образом, процесс безразрывного переключения передач в КП может быть закончен, когда поток мощности через передачу $K-1$ обращается в ноль.

Для обеспечения безразрывного переключения передач в КП и дальнейшего разгона автомобиля или тракторного агрегата на включаемом ФС Φ_K необходимо своевременно выключить ФС Φ_{K-1} , но не раньше, чем момент трения на ФС Φ_K станет равным в процессе буксования моменту M_C сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K . Следовательно, если ФС Φ_{K-1} выключиться при $M_T < M_C$, то произойдет разрыв потока мощности в КП.

Для своевременного выключения ФС Φ_{K-1} необходимо установить такое значение давление в ее бустере, чтобы обеспечивалась минимальная временная задержка замыкания дисков ФС Φ_{K-1} при подаче команды на переключение передачи. Однако при этом должно обеспечиваться достаточное усилие сжатия пакета дисков ФС Φ_{K-1} , необходимое для преодоления момента M_C сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к валу включаемого ФС Φ_K , чтобы не произошло преждевременного отключения передачи и, как следствие, разрыва потока мощности. Для этого необходи-

мо учитывать обстоятельства, приведенные ниже.

До тех пор, пока ФС Φ_{K-1} замкнуто и вплоть до начала срыва дисков, его момент трения определяется величиной статического коэффициента трения (коэффициента трения покоя) f_0 в контакте неподвижных дисков. Момент трения дисков буксующего ФС Φ_K трения будет определяться динамическим коэффициентом трения (коэффициентом трения скольжения) f , который по величине существенно меньше коэффициента трения покоя f_0 [8, 9].

Так как $f_0 > f$, то в процессе переключения передачи при сбросе давления рабочей жидкости в бустере выключаемого ФС Φ_{K-1} до определенной (даже весьма маленькой) величины оно может оставаться замкнутым, в то время, как включаемое ФС Φ_K даже при большем давлении жидкости в его бустере будет буксовать.

Активный сброс давления в бустере выключаемого ФС Φ_{K-1} может привести к тому, что произойдет срыв и буксование ФС, и, как следствие, может нарушиться условие безразрывности потока мощности в КП в связи с тем, что момент трения скольжения на выключаемом ФС Φ_{K-1} после его срыва, приведенный к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K , в сумме с моментом на включаемом ФС Φ_K будут меньше момента M_C сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K , т.е. не будет выполняться равенство (1).

Возможность буксования выключаемого ФС Φ_{K-1} в процессе переключения передачи имело бы место быть, если во время его срыва момент трения на включаемом ФС Φ_K в сумме с моментом выключаемого буксующего ФС Φ_{K-1} , приведенным к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K был меньше момента M_C сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к ведомым дискам включаемого ФС Φ_K , т.е. не выполнялось бы равенство (1).

Однако с учетом того, что процесс переключения передач в КП по времени проходит не более чем за 0,2...0,5 с, а также в связи с инерционностью гидравлических процессов добиться на практике этого применительно к процессу переключения передач в КП невозможно.

Возможность буксования выключаемого ФС в процессе переключения передач исключается также тем фактом, что с ростом значения момента M_T трения ФС Φ_K (в процессе его буксования) доля момента M_{T-1} ФС Φ_{K-1} в уравнении (1) пропорционально уменьшается. Таким образом, ФС Φ_{K-1} постепенно разгружаясь, как бы снимает с себя усилие (момент), способное ее сорвать и перевести из замкнутого состояния в буксующее.

Учитывая вышеизложенные обстоятельства, можно заключить, что процесс переключения передач в КП без разрыва потока мощности происходит при буксовании дисков ФС Φ_K включаемой передачи и замкнутых дисках ФС Φ_{K-1} выключаемой. При этом диски выключаемого ФС Φ_{K-1} должны быть подготовлены к выключению за счет снижения давления в бустере до величины, обеспечивающей передачу ФС доли момента M_C сопротивления

движению и, одновременно, гарантирующей быстрый сброс и полное (желательно без остаточного момента ведения) выключение ФС Φ_{K-1} по факту достижения ФС Φ_K включаемой передачи значения момента M_c сопротивления движения. Такое переключение передач в КП, в процессе которого ФС Φ_{K-1} полностью выключается, когда момент M_{T-1} на его валу становится равным нулю, а значение момента M_T на валу ФС Φ_K достаточно для преодоления момента M_c сопротивления движению автомобиля или тракторного агрегата называется переключением передач без разрыва потока мощности при оптимальном перекрытии. В данном случае время t перекрытия при переключении передач в КП называется оптимальным и равным t_0 [6, 7, 10-13].

Если по окончании первого этапа (оптимального перекрытия) ФС Φ_{K-1} передачи $K-1$ не будет выключено, то начнется второй этап переключения передач (с избыточным перекрытием). Он начинается в момент времени, когда крутящий момент M_{T-1} , передаваемый ФС Φ_{K-1} , обратится в ноль. Необходимо отметить, что здесь в момент времени $t = t_0$ крутящий момент M_{T-1} ФС Φ_{K-1} обращается в ноль даже при полностью включенном ФС. Это связано с тем, что в момент времени $t = t_0$ величина момента M_T трения на валу ФС Φ_K становится достаточной для преодоления момента M_c сопротивления движения автомобиля или тракторного агрегата, приведенного к валу включаемого ФС Φ_K , а ФС Φ_{K-1} не буксует.

При $t > t_0$ момент M_T трения на включаемом ФС Φ_K продолжает увеличиваться. В результате этого включаемая передача начинает подводить к ведомому валу большую мощность, чем требуется для обеспечения движения автомобиля или тракторного агрегата со скоростью V_{K-1} , соответствующей передаче $K-1$, что должно было бы вызвать разгон машины от скорости V_{K-1} до V_K . Однако, если момент M_{T-1} ФС Φ_{K-1} выключаемой передачи еще достаточно велик, то передача $K-1$ препятствует разгону автомобиля или тракторного агрегата, отводя избыточную мощность, подводимую передачей K , обратно с ведомого вала 2 на ведущий вал 1 КП (рис. 1, в). Это приводит к циркуляции мощности в контуре узла КП, образованном валами 1 и 2 и передачами $K-1$ и K .

Несмотря на умоглядную возможность срыва ФС Φ_{K-1} под воздействием циркуляции мощности при избыточном перекрытии, в реальных условиях работы КП этот срыв невозможен по тем же причинам, что и на этапе оптимального перекрытия. Еще раз отметим, что если давление в бустере ФС Φ_{K-1} снижается до минимального значения, момент трения его дисков определяется по-прежнему величиной статического коэффициента трения f_0 , а момент $M_{ц}$ циркулирующий, которым нагружается ФС Φ_{K-1} в течение этапа избыточного перекрытия, не успевает достигать значения, достаточного для срыва его дисков из-за непродолжительности самого этапа. В каждый момент времени переключения передачи момент M_{T-1} , передаваемый выключаемым ФС Φ_{K-1} , будет ра-

венности момента трения на включаемом ФС Φ_K и момента M_c сопротивления движению автомобиля или тракторного агрегата, приведенных к валу выключаемого ФС Φ_{K-1} . При приведении момента циркуляции $M_{ц}$ к дискам выключаемого ФС Φ_{K-1} получим:

$$M_{ц} = -M_{T-1} = \frac{M_T u_K - M_c^*}{u_{K-1}}.$$

После завершения этапа избыточного перекрытия передач в КП следует этап разгона ведомых частей автомобиля или тракторного агрегата (рис. 1, г), который начинается после выключения ФС Φ_{K-1} . Вследствие этого под действием момента M_T ФС Φ_K происходит разгон автомобиля или тракторного агрегата на включаемой передаче в КП. Этот этап переключения отличается от процесса трогания автомобиля или тракторного агрегата с места с помощью главного ФС в основном только начальными условиями и подробно разобран в работах [6-13]. Поэтому данный этап разгона машины мы оставим без внимания.

Изложенные выше теоретические положения опираются на созданные нами математические модели, достоверность которых подтверждена экспериментальными исследованиями [6, 7, 10-13].

Для исследования процесса переключения передач без разрыва потока мощности в КП на кафедре «Автомобили и тракторы» Университета машиностроения был создан стенд (рис. 2), позволяющий управлять процессом переключения передач в двухступенчатой КП, имитировать различные режимы нагружения и регистрировать параметры, описывающие состояние элементов КП (давление в бустерах ФС, моменты, передаваемые включаемым Φ_K и выключаемым Φ_{K-1} ФС, угловые частоты вращения звеньев и время).



Рис. 2. Стенд для исследования процесса переключения передач в КП

На данном стенде впервые была осуществлена запись крутящих моментов одновременно на включаемом Φ_K и выключаемом Φ_{K-1} ФС при переключении передач в КП с различной степенью их перекрытия (рис. 1). Полученные результаты экспериментальных исследований полностью

подтвердили результаты теоретических положений данной работы.

Таким образом, в процессе переключения передач в КП без разрыва потока мощности момент трения выключаемого ФС Φ_{k-1} определяется статическим коэффициентом трения f_0 , который всегда больше коэффициента трения скольжения f . В результате процесс переключения передач в КП без разрыва потока мощности происходит при буксовании дисков ФС Φ_k выключаемой передачи

и замкнутых дисках ФС Φ_{k-1} выключаемой. При этом величина крутящего момента, передаваемого выключаемым ФС Φ_{k-1} , зависит от величины момента трения включаемого ФС Φ_k .

Приведенные результаты распространяются и составные КП типа DSG (Direct Shift Gearbox), состоящие из двух параллельных КП, выполненных в одном общем корпусе, где переключение передач осуществляется двойным ФС и синхронизаторами [14].

Литература:

1. Городецкий К.И., Алендеев Е.М., Тимофиевский А.А. Разгон тракторного агрегата и переключение передач с подвключением фрикционных муфт // Тракторы и сельхозмашины. 2014. №2. С. 14-17.
2. Городецкий К.И., Мельников А.Ю., Муратова С.К., Алендеев Е.И. Моделирование переключения передач тракторов // Тракторы и сельхозмашины. 2015. №4. С. 11-17.
3. Курочкин Ф.Ф. Метод выбора рациональных характеристик процесса переключения в автоматической коробке передач автомобиля: Дисс..канд. техн. наук. М., 2008. 149 с.
4. Львовский К.Я. Исследование процессов переключения передач под нагрузкой в тракторных трансмиссиях: Дисс..канд. техн. наук. М., 1970. 276 с.
5. Гируцкий О.И. Проблема развития автобусостроения и пути ее решения: Дисс..д-ра техн. наук. М., 2000. 325 с.
6. Шарипов В.М., Дмитриев М.И., Крючков В.А. Нагруженность фрикционных муфт и синхронизаторов в коробке передач. Методы расчета параметров буксования фрикционных муфт и выравнивающего элемента синхронизаторов при переключении передач. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. 122 с.
7. Шарипов В.М., Дмитриев М.И., Зенин А.С., Савкин Я.В. Работа сцепления в коробке передач при переключении без разрыва потока мощности от двигателя // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2010. № 11. С. 8-15.
8. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 2009. 752 с.
9. Барский И.Б., Борисов С.Г., Галягин В.А. и др. Сцепления транспортных и тяговых машин / Под ред. Ф.Р. Геккера, В.М. Шарипова, Г.М. Щеренкова. М.: Машиностроение, 1989. 344 с.
10. Шарипов В.М., Дмитриев М.И., Зенин А.С. Математическая модель процесса переключения передач в коробке передач трактора // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. 2014. № 5. С. 50-69.
11. Шарипов В.М., Городецкий К.И., Дмитриев М.И. и др. Переключение передач в КП трактора без разрыва потока мощности // Тракторы и сельхозмашины. 2012. №5. С. 19-23.
12. Sharipov V., Dmitriev M. Definition of Slippage Parameters of Friction Clutches for Different Installation Versions in Tractor Gearboxes // SAE Technical Paper 2013-01-2894, 2013, doi:10.4271/2013-01-2894.
13. Шарипов В.М., Дмитриев М.И., Зенин А.С. и др. Определение параметров буксования фрикционных муфт для различных вариантов их установки в тракторных коробках передач при переключении передач без разрыва потока мощности // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. Т. 1. № 1(15). С. 242-248.
14. Шарипов В.М., Бирюков М.К., Дементьев Ю.А. и др. Тракторы и автомобили / Под общ. ред. В.М. Шарипова. М.: Издательский дом «Спектр», 2010. 351 с.