

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 8

Москва 2019

РУДЖЕРО СЕРГЕЕВИЧА ГИЛЯРЕВСКОГО ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ

Доктор филологических наук, профессор Р.С. Гиляревский – главный редактор сборника «Научно-техническая информация», один из основоположников отечественной информатики.

Имя Р.С. Гиляревского связано со всеми этапами истории нашего сборника: становлением издания, советским периодом, постсоветским временем. Член редколлегии (1967–1972), заместитель главного редактора (1972–1991), главный редактор (с 1992) — этот путь наполнен не только активной издательской деятельностью, но и интенсивным научным поиском: Руджеро Сергеевичу Гиляревскому принадлежит свыше 300 научных работ.

Дорогой Руджеро Сергеевич! Редакция и редколлегия сборника «Научно-техническая информация» от всего сердца поздравляют Вас с юбилеем! Мы счастливы работать вместе с Вами и искренне желаем Вам крепкого здоровья, множества новых радостей научного поиска, лучших в мире соавторов и чудесных учеников. И, конечно, счастья... Оставайтесь всегда таким, каким мы Вас знаем: внимательным и добрым, солнечным и талантливым!

К ЮБИЛЕЮ РУДЖЕРО СЕРГЕЕВИЧА ГИЛЯРЕВСКОГО

31 августа 1929 г. исполняется 90 лет Руджеро Сергеевичу Гиляревскому – выдающемуся ученому, одному из основоположников информатики в нашей стране. Каждый, кто с ним знакомится, наверняка, про себя думает – какое необычное имя, интересно, кто же его родители, какой он национальности, отчего природа наделила его таким большим талантом, способностью легко увлечь за собой людей, а вместе с тем открытостью и доброжелательностью. Руджеро Сергеевич – человек неординарной судьбы.

Он родился в непростое время, в межэтнической семье, в прекрасном, многонациональном и приветливом городе Москва. Гены унаследованы от отца-итальянца Этторе Макки, военного атташе при итальянском посольстве в Москве, и мамы Екатерины Владимировны Крылаевой, балерины Казанского оперного театра. Вот так появился Руджеро Макки. А его крестным отцом стал Сергей Александрович Гиляревский, профессор 1-го медицинского института г. Москвы. Чем еще памятен 1929 год: выслан Лев Троцкий, вышел роман Эриха Марии Ремарка "На западном фронте без перемен", родилось социалистическое соревнование, проведены чистка в партии, чистка аппарата АН СССР, прошла первая церемония награждения кинопремией «Оскар», проведен 1-й слет пионеров СССР, установлены дипломатические отношения между СССР и Великобританией, началась "Великая депрессия", предъявлены обвинения в "правом уклоне" Бухарину, Рыкову и Томскому, празднуется 50-летие И. Сталина, начат процесс сплошной коллективизации, астроном Эдвин Хаббл обнаруживает зависимость между красным смещением галактик и расстоянием до них (Закон Хаббла), в США осуществлена первая телевизионная передача в цвете. А в истории КПСС этот год определен как год "великого перелома".

Окончив школу, Руджеро Сергеевич поступил в Московский энергетический институт, но через 2 года сменил его на испанское отделение филологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Дипломная работа была посвящена испанскому драматургу, поэту и прозаику Лопе де Вега (1562–1635), выдающемуся представителю Золотого века Испании. С ее защитой в 1953 г. и было завершено университетское образование.

После окончания МГУ им. М.В. Ломоносова Руджеро Гиляревский был направлен во Всесоюзную государственную библиотеку иностранной литературы, где прошел должности старшего библиотекаря, зав. отделом каталогизации, зам. директора по научной работе. В 1954–1958 гг. без отрыва от работы учился в заочной аспирантуре Московского государственного библиотечного института (МГБИ) и в 1958 г. защитил диссертацию «Вопросы описания книг на иностранных языках для каталогов советских библиотек», получив степень кандидата педагогических наук.

В 1962–1964 гг. Руджеро Сергеевич работал старшим преподавателем кафедры библиотековедения в том же МГБИ. С 1964 по 1966 гг. он – доцент кафедры научной информации факультета журналистики МГУ им. М.В. Ломоносова, отношения с которым с тех пор не прерываются. В 2017 г. в приветствии по случаю 65-летия журфака МГУ им. М.В. Ломоносова профессор кафедры новых медиа и теории коммуникаций, доктор филологических наук Руджеро Сергеевич Гиляревский призвал и далее сохранять присущую ему «атмосферу честности, благородства, ну и желания, вообще, сделать [что-либо полезное] для страны». Гордость за факультет Руджеро Сергеевич пронес через всю жизнь, что могут подтвердить многие, соприкасавшиеся с ним. Руджеро Сергеевич и по сей день читает лекции на этом факультете.

В 1966 г. Руджеро Гиляревский приходит во Всесоюзный институт научной и технической информации АН СССР, а в 1971 г. директор Института А.И. Михайлов назначает его своим заместителем по научной работе. Вот как пишет сам Руджеро Сергеевич: "Шел 1972 год и первый год моей работы заместителем директора во Всесоюзном институте научной и технической информации (ВИНИТИ). Директором был Александр Иванович Михайлов, занимавший до этого много министерских постов. Научную деятельность тогда возглавлял Аркадий Иванович Черный, реферативной деятельностью руководил я, а международными связями – Феликс Александрович Свиридов".

С Всероссийским институтом научной и технической информации Российской академии наук Р.С. Гиляревский связан более полувека. А начало положила книга «Основы научной информации», написанная в соавторстве с А.И. Михайловым и А.И. Черным и вышедшая в 1965 г. Три разных человека: один – директор ВИНТИ, успешный руководитель с широким спектром управленческих компетенций, но небольшим опытом работы в информационной сфере, и два уже состоявшихся ученых, кандидаты наук А.И. Черный – видный сотрудник ВИНТИ, в котором и проработает всю жизнь, и Р.С. Гиляревский, в то время еще преподаватель МГУ. В монографии, которая взорвала информационный мир и не только в нашей стране, представлено первое систематическое изложение науки, получившей название – Информатика. Поразило рассказанное Руджеро Сергеевичем описание их совместной работы. А.И. Михайлов по приходе в Институт сразу через секретаря вызывал к себе Черного и Гиляревского. По воспоминаниям профессора В.В. Бондаря, попасть к Михайлову для решения текущих вопросов можно было только до подхода двух остальных участников «тройки». Далее несколько часов продолжалась работа над книгой – и никакого приема по институтским и другим делам.

Подготовка к написанию книги началась гораздо раньше. А.И. Михайлов выявлял перспективных сотрудников и посылал их в командировки за границу для ознакомления с работой в других странах, в том числе и в США, а попутно для овладения английским языком. Разрабатывались новые технологии, проводились теоретические исследования, приходила талантливая и амбициозная молодежь, плодотворно работали известные в информационной области специалисты. Это время подробно отражено в Википедии на страничке ВИНТИ, в Интернете есть воспоминания Т. и М. Аветисовых, Т. Борщевской, В. Борщева, О. Кисляковой, В. Стеллецкой, Елены Стоцкой, А. Шайкевича и других о работе в ВИНТИ во время директорства А.И. Михайлова. Не о каждом учреждении есть неформальные воспоминания в Сети, а о ВИНТИ их много. Авторы с теплотой вспоминают и о том времени, и о творческой атмосфере, и о своих коллегах-сослуживцах, многие из которых становились друзьями. Вспоминают с ностальгией – как лучшее время в их жизни.

Так началась работа над книгой, и в короткие сроки она была написана. И Аркадий Иванович Черный, и Руджеро Сергеевич были полны замыслов, идей и, что немаловажно, были способны изложить их на бумаге, а это далеко не всегда получается даже у известных ученых.

Книга имела оглушительный успех, и авторы продолжили совместную интенсивную работу. В 1968 г. вышло второе издание под названием "Основы информатики". Монография «Научные коммуникации и информатика» (1976) этих же авторов поражает и сейчас актуальностью и современностью.

Руджеро Сергеевич всегда находится на переднем крае науки. Круг его исследований включает научные и массовые коммуникации; философию и методологию информатики и библиотековедения; новые информационные технологии; электронные тексты; гипертекст и гипермедиа, алгоритмическую идентификацию, транскрипцию и транслитерацию естественных языков; информационный менеджмент. Отметим, что в 1989 г. он защитил докторскую диссертацию по теме «Общие закономерности в развитии дисциплин научной информации и коммуникации», в которой представил свои главные научные результаты.

Руджеро Сергеевич является главным редактором сборника «Научно-техническая информация», издаваемого в двух сериях – «Организация и методика информационной работы» и «Информационные процессы и системы», главным редактором журнала «Международный форум по информации». Он входит в состав редколлегий ряда журналов, состоит членом нескольких ученых и диссертационных советов. Под его руководством защитили диссертации 20 аспирантов и соискателей. Он был оппонентом более ста кандидатских и докторских диссертаций.

Вклад Руджеро Сергеевича в науку прекрасно характеризуют его труды. Более 300 печатных работ, отличаются открытостью новому, восприимчивостью, здравостью суждений и предложений, отсутствием высокопарности и использования псевдонаучных терминов, которые зачастую используют для прикрытия отсутствия мысли выдохшиеся прежние "властители дум". А Руджеро Сергеевич продолжает выпускать свои интересные монографии: "Книга в паутине" (2003 г.), "Информатика как наука об информации" (2006), "Основы информационных технологий" (2012), "Введение в программные системы и их разработку" (2012), Энциклопедиче-

ский словарь "Информационная сфера" (2016). Следует отметить цельность и недавней статьи Р.С. Гиляревского «О разработке концепции государственной наукометрической системы и методики ее функционирования» (НТИ Сер. 1. – 2018. – №9). В ней делается, на наш взгляд, абсолютно правильный вывод: «Наукометрический анализ нельзя строить на базах данных только двух-трех мировых корпораций, владеющих системами индексирования и цитирования. Это может привести к полной монополизации мирового рынка научно-информационных услуг и искажению результирующей информации в интересах монополиста». Чтобы сохранить знание и противостоять хаосу, привносимому в науку многочисленными статьями для поднятия индекса "хирша" и поощряемому наукометрическими центрами использованием наукометрических показателей при оценке научной деятельности, полезно публиковать книги, содержащие ценную, а главное – систематизированную информацию, как это постоянно делает Руджеро Сергеевич.

Не будем повторяться в перечислении заслуг Руджеро Сергеевича в научной области. Эти заслуги нашим читателям хорошо известны по статьям к предыдущим юбилеям: В.В. Скворцов "Провидец информационного общества" (к 70-летию Р.С. Гиляревского), Ю.Н. Столяров "Собрат по научной школе. К 85-летию Руджеро Сергеевича Гиляревского". Они есть в Интернете.

Развитие далеко не каждой науки происходит на наших глазах, и информатика здесь почти исключение. Значительная часть её становления происходила в стенах ВИНТИ, где Руджеро Сергеевич продолжает успешно возглавлять Отделение теоретических и прикладных проблем информатики. Свои воспоминания нам оставил Аркадий Иванович Черный в книге "Всероссийский институт научной и технической информации: 50 лет служения науке" (2005), и здесь в качестве пожелания, мы предлагаем от имени ВИНТИ РАН Руджеро Сергеевичу написать свои воспоминания. Предвкушаем – какое интересное нас ждет чтение!

Необходимое мужское качество – надежность. Этим достоинством в полной мере обладает Руджеро Сергеевич Гиляревский. Многие отмечают, что в сложной ситуации он не подведет. Горячо отстаивая свою точку зрения, Руджеро Сергеевич всегда исключительно доброжелателен, интеллигентен в смысле способности чувствовать в собеседниках равных ему, проявлять уважительное отношение, готовности сгладить намечающиеся научные разногласия и даже конфликты. Вместе с тем он проявляет истинно бойцовские качества и высокую гражданственность, когда дело касается принципов.

Общение с Руджеро Сергеевичем доставляет удовольствие и даже в скептиков вселяет оптимизм и уверенность в перспективах, за что его ценят друзья, коллеги и просто знакомые. Сегодня у Руджеро Сергеевича много учеников, тех, кто считает его своим учителем, кто воспринял его идеи и продолжает их развивать. Воистину, он – "Заслуженный деятель науки Российской Федерации".

Друзья, коллеги, ученики Руджеро Сергеевича искренне желают ему крепкого здоровья, творческого вдохновения, удачи, счастья, еще многих светлых лет жизни и свершения замечательных дел. Весь коллектив ВИНТИ РАН присоединяется к этому пожеланию и будет готовиться к столетнему юбилею Руджеро Сергеевича, который, хотя и нескоро, но мы верим, будет.

Концептуализация предикатов спора Гёте с Ньютоном о цвете

Гётеанская оппозиция «свет – тьма» представлена хроматической концептуализацией с построением информационных моделей квантования излучения, отражения, пропускания, поглощения и преломления света веществом благодаря введению тангенциальных функций, что позволило получить зависимости для поглощения и преломления света. Принцип сохранения информации в световом потоке привел к выводу его релевантных формул. Формализовано соотношение между интеллектом и окружающей средой при взаимодействии светового потока с веществом.

Ключевые слова: «Хроматика» Гёте, интеллект, тангенциальные функции в оптике, размерность информации в световом потоке, информационные модели светового потока, излучения, поглощения и преломления

ВВЕДЕНИЕ

В многочисленных публикациях физики-философы [1-3], информатики [4] и философы-историки [5-7] признавали справедливость учения Ньютона и «ошибки, свойственные гению Гёте». Вместе с тем, С.В. Месяц в [8] представила определенные различия в методологическом подходе к анализу цвета в «Оптике» Ньютона и «Хроматике» Гёте. Так, несмотря на пресловутое «гипотез не измышляю», Ньютон руководствовался гипотезами предшественников, под которые и ставил эксперименты, тогда как Гёте занимался приведением античных теорий к «идеальному в цвете», т.е. к прафеномену возникновения цвета при взаимодействии света и тьмы.

Поскольку считалось, что Ньютон делал выводы на языке физики, а Гёте – психологии, для согласования позиции Гёте и его последователей с ньютоновым учением о цвете необходимо было дать их соответствие на едином междисциплинарном языке информатики. В рамках хроматизма, как методологического развития «Хроматики» Гёте, информация изначально определялась путем релевантного согласования кодов источника и приемника данных лишь **при учете граничных условий** существования, чему, в частности, посвящено изложение спора Гёте с Ньютоном.

Вот, как говорит об этом Гёте [9, с. 129]: «Большая разница, стремлюсь ли я из светлого в темное, или из темного в светлое; пытаюсь ли я, когда ясность уже не улыбается мне, закутаться в некоторый полумрак, или же, убежденный, что ясное покоится на глубококом, не легко поддающемся исследованию фундаменте, силуюсь захватить наверх все, что возможно, из этого трудно выразимого фундамента.

Я считаю, поэтому, что всегда выгоднее следующее: пусть естествоиспытатель сразу признается, что в отдельных случаях он допускает это; умалчивание тут обнаруживается слишком ясно».

Так как информация появляется только при поглощении (восприятии) данных (света), так и цвет (как информация) может быть описан только с учетом этого поглощения, о чем Ньютон просто умалчивал [8, с. 319-320]. Так физика пошла по пути синусоидального описания света, который распространяется в каком-то беспредметном (нематериальном непоглощающем прозрачном) пространстве. Вместе с тем легко видеть, что для микроструктуры света (оптической области электромагнитного поля) и прозрачное (призма), и мутная среда являются именно этой полутенью, ибо при нормальной дисперсии именно с утолщением призмы возникает синева, а с уменьшением толщины – покраснение, как это и отмечал Гёте в §§ 150-151 «Хроматики» [3, с. 97].

Если, согласно Гёте, учитывать «тьму» как некое «материальное» образование, благодаря которому из-за поглощения и возникает цвет, то сразу возникает вопрос о принципах взаимодействия тьмы и света. И здесь уже необходимо отказываться от синусоидальных описаний последнего, т.к. поглощение «тьмой» может быть связано с процессом перехода функциональной зависимости от $+\infty$ до $-\infty$, т.е. с понятием бесконечности, адекватным описанием которого является **тангенциальное представление свойств света**. Именно этот путь, интуитивно предвидимый Гёте и отстаиваемый гётеанцами на протяжении двух столетий, оказался релевантным для развития современной спектроскопии, что будет показано ниже.

С другой стороны, Ньютон исследовал свойства преломления и отражения лучей света, а Гёте, Гегель и Шопенгауэр – поглощения цвета сетчаткой глаза. Поэтому нам вначале казалось, что совершенно разные предикаты взаимодействия не могли быть согласованы в их едином представлении, как об этом говорили Вернер Гейзенберг, Макс Борн, Дэвид Хьюбел и многие другие исследователи света, цвета и человека, – поскольку сегодня все более и более ощущается дальнейшая дифференциация наук о свете (фотометрия и электродинамика), о цвете (колориметрия и цветопедание) и о человеке (психология и физиология).

И здесь мы снова возвращаемся к методологии Гёте [10, с. 101]: «Цвета и свет стоят, правда, в самом точном взаимоотношении друг с другом, однако мы должны представлять их себе как свойственные всей природе, ибо посредством них вся она готова целиком открыться чувству зрения». Поэтому вслед за Гёте мы полагаем возможным создание единой области знания, которая включала бы в себя все без исключения разделы наук о свете, цвете и человеке.

С учетом описанных проблем сформулируем цель настоящей работы – построение и развитие информационной концептуализации (образ-концептов) основных предикатов спора Гёте с Ньютоном («о свете, цвете и тьме») на современном уровне знания и построения информационных моделей излучения, атомного поглощения, аддитивности термов и атомарной модели интеллекта.

МЕТОДОЛОГИЯ ХРОМАТИЗМА

В хроматизме представления о цвете связаны как с физическими параметрами красочного отражения, видом того или иного ощущения, или воздействия и т. п., так и с триадным отношением цвета к атрибутам системы «интеллект – внешняя среда» с возможностью их детализации. Поэтому определение цвета в хроматизме изначально включало все указанные представления. Но они уже были разнесены по компонентам интеллекта: **цвет — это идеальное (психическое), связанное с материальным (физическим и физиологическим) через чувство/ощущение (как их информационно-энергетическое отношение).**

Образ-концепт информационных моделей

При определении сходства и/или различия в приведенных отношениях наиболее очевидно проявлялся **хроматический принцип относительного детерминизма**. Релевантную иллюстрацию приводит Р.М. Фрумкина в [11, с. 65]: «Хотя мы ежеминутно, сами того не подозревая, имеем дело со сходствами и различиями (поскольку именно на них основана категоризация), **в окружающем нас мире не существует сходства «вообще», сходства как такового.** Только достаточно высокоорганизованный живой организм «решает», что вот эти цвета или облака, фотографии или мелодии, буквы или лица похожи». Как же этот организм решает данные проблемы?

Если под «образом» понимать субъективную картину мира, а под «концептом» – смысл образа, то «образ-концепт» совмещает антонимичный смысл образа с картиной мира, объективированной в образах подсознания, но далеко не всегда вербализованной в понятиях сознания. Или, как говорил Гёте [9, с. 176]: «Про-

тивоположность крайностей, возникая в некотором единстве, тем самым создает возможность синтеза».

С позиций же информатики нас интересовали те концепты, которые характеризуют специфику человеческих достижений во всех сферах жизни, противопоставляемых природе. Строго говоря, человек принадлежит и природе, и культуре, и социуму. Если вычесть природную составляющую, останется бестелесная абстракция, если вычесть социо-культурную составляющую, останется организм. В этом смысле все образ-концепты, которыми оперирует человек, – это социо-культурные концепты [12, с. 96], переработанные бессознанием.

Иначе говоря, образ-концепт представляет собой смысл архетипического образа, сублимированного в процессе фило- и онтогенеза. Поэтому, в отличие от образа и концепта, в образ-концепте смысл и несущий его образ принципиально неразделимы в силу сублимации. Наиболее характерный пример образ-концепта – апертурный цвет (изолированный [13, с. 113]), где смысл и образ цвета содержат информацию исключительно в интегрированном сублимацией виде. (Под «сублимацией» в хроматизме понимается вид обобщения на уровне «чувственно-образной» логики подсознания).

Интенциональная семантика этого метаязыка, благодаря универсалиям, создаваемым информационными моделями, позволила дополнять известные методики и/или теории сущностными опытными данными. Прежде всего, это связано с тем, что из-за совмещения «несовместимых» для обычного языка баз данных и/или представлений в едином смысловом пространстве метаязыковых баз знаний информационная модель создавала новую информацию, которая далее формально-логическими средствами начинала обосновываться в точных науках.

Информационная модель – это представление объектов и отношений, ограничений, правил и операций, призванное указать сущностную семантику данных для определенной проблемной области. К примеру, хроматические (информационные) модели – это модели, созданные на естественном языке семантики цветовых канонов и их онтологических предикатов (т. е. на языке смыслов и значений цветовых канонов, репрезентативно воспроизводившихся в мировой культуре). Информационная модель через образ-концепты отражает лишь существенные свойства объекта, являясь характеристическим его описанием, благодаря которому и познается реальная действительность.

Иначе говоря, понятие «образ-концепт» непосредственно связано с сущностными различиями между вербальным (формальным) и иконическим (визуальным) представлением действительности, что весьма обоснованно подчеркивает Г. Бейтсон [14, с. 376-377]: «Наша иконическая коммуникация обслуживает функции, полностью отличные от функций языка, и, очевидно, выполняет функции, для выполнения которых вербальный язык непригоден». Так, любой формализованный образ и/или понятие в образ-концепте представляет собой иконический образ, который связан со смыслом на едином хроматическом языке, как это будет показано ниже.

Отсюда следует, что почти любое понятие сознания – как компонента интеллекта (лат. *intellectus* – ощущение, чувство, понимание) – может включать посредником и бессознание, и подсознание, но не всякий образ последнего подлежит пониманию сознанием. С одной стороны, образы подсознания, взятые вне контекста (из-за индивидуальности переработки неосознаваемой информации) для сознания могут оказаться на уровне образов, но не понятий. С другой, – понятия, полученные путем переработки информации бессознанием и подсознанием, окажутся именно образ-концептами в силу их семантической близости с понятиями сознания, что наводит на мысль о близости гетеанской «тьмы» с архетипом «черного» – «таинственного», по данным В.Г. Купиной [15, с. 145] – бессознания.

Так, зрачок всегда черен, а взгляд может разбудить спящего человека, заставить его обернуться, покраснеть от стыда, или побелеть от страха ... Что же это такое – взгляд? Не та ли самая «тьма», что при взаимодействии со светом порождает релевантную ответную реакцию! Как у растений корни в земле («тьме») при свете дают зелень и цветы, так и у Гёте «тьма» – это базовый уровень системы, без которого нет и базы для развития системы «свет-тьма». Это, к примеру, достоверно показал и хроматический анализ гендера (психологического пола): именно «женственности» органически присуще бессознание, порождающее «цветы жизни».

Граничные условия в хроматизме

Спецификация каких-либо концептов формальными средствами как описание предметной области на некотором формальном языке программирования, предполагало независимость концептуализации (как структуры реальности) от тезауруса и конкретной ситуации. В хроматизме же было доказано, что игнорирование граничных условий приводило к полисемантической тезаурусных дефиниций и, собственно, концептуализации. Т.е. все условия существования человека, социума и, любой открытой системы всегда и во всем подразделялись на нормальные (N – более 75 % времени: быт, работа, питание, отдых и др.) и экстремальные (E – менее 25 %: праздники, секс, свадьбы, рождения, похороны, коррупция, войны и др. В настоящей работе все онтологии представлены для N условий, если иное не оговорено). При строгом же задании граничных условий и тезаурус, и *ситуации* (как их «мягко» называют не только психологи, но и онтологи в информатике) становились достаточно определенными для адекватной концептуализации и, соответственно, спецификации.

Кодирование информации обычно включало операцию отождествления знаков различных кодов с базой знаний пользователя и устанавливало оптимальное алфавитное соотношение сигнификативных и денотативных характеристик, которое для передачи информации о состоянии и значимости денотатов держало, прежде всего, цветовой алфавит, предполагающий автоматизм восприятия.

Для достижения поставленной цели было необходимо связать субъективные факторы интеллекта с объективными параметрами среды. Вместе с тем в

науке все измеряемые величины формализованы и характеризуются определенными единицами измерения, объективно связанными с внешним миром и имеют надежный критерий достоверности при их конвертации, например, в виде системы размерностей [19, с. 153-178]. Так, во внешней среде мы сталкиваемся с образцами (стимулами) конкретных вещей (например, красное солнце); в интеллекте же существует его метафизически обобщенный образ (перцепт), благодаря которому и возникает представление (образ-концепт) как некое обобщение («преднаучная интуиция» 'красное'), приводящее к возникновению вербального понятия (концепта "красное"), верифицируемым критерием истинности которого является сублимированная абстракция его размерности.

И если с понятиями все ясно, то, что представляет образ-концепт 'сублимат'? В психоанализе сублимация – перевод либидо в социально приемлемый вид, в хроматизме аналогично – перевод бессознательной информации в подсознательную (способную осознаваться). Поскольку бессознание непосредственно связано с внешней средой, то и процесс нашего узнавания можно представить именно с помощью сублимации. Сама по себе она может быть и неосознаваемой, но в узловой точке встречи с релевантным понятием за счет коннотации (в нашем случае – дополнительной эмоционально пережитой некогда информации) образуется именно образ-концепт, который потенциально осознаваем. И, если у кого-либо «плохая память», то встреченный человек лишь дает эти коннотации («помнишь, как...») и все сразу встает на свои места: образ с понятием составили узел, и мы тут же узнали этого человека.

Аналогично этому, в [3, §§ 150-151, 175] Гёте устанавливает: «все постепенно подводится под высшие правила и законы, которые, однако, открываются не рассудку в словах и гипотезах, а тому же созерцанию – в феноменах. Мы называем последние прафеноменами, ибо за ними в явлении не стоит уже ничего, они же, наоборот, всецело предназначены для того, чтобы ступенька за ступенькой, как до сих пор мы восходили, нисходить от них до самых обычных случаев ежедневного опыта. Таким прафеноменом является и тот, о котором до сих пор шла речь. Мы видим, с одной стороны, свет, светлое, с другой – тьму, темное; мы помещаем между ними мутную среду, и благодаря этому посреднику из двух противоположностей разворачиваются, тоже по противоположности, цвета, которые своею взаимосвязью тотчас снова непосредственно указывают на общее».

Строго говоря, позиции Гете относительно тьмы и света (в споре с ньютоновской теорией цвета) могут быть представлены следующими рассуждениями: соотнесение «микроструктуры» света со структурой преломляющей призмы позволяет представить последнюю как прозрачно-поглощающую («мутную») среду, где с увеличением толщины слоя растет «тьма» (Закон Бугера–Бера). Однако к этому закону ведет не синусоидальное представление распространения волны, а тангенциальное, только при котором появляется свет ($\text{tg}\varphi = +\infty$) и тьма ($\text{tg}\varphi = -\infty$). Это и будут те узловые точки, порождаемые «мутной средой» призмы, что приводят к образованию собствен-

но цвета при условиях частичной абсорбции «полутенью». Доказательство справедливости тангенциального представления света приведено ниже.

Свет и тело

Физические свойства света (оптического, т.е. электромагнитного излучения в диапазоне частот от $3 \cdot 10^{11}$ до $3 \cdot 10^{17}$ Гц) и методы его изучения до настоящего времени характеризуются известной степенью общности, что и позволяет предпринять их хроматический анализ для построения информационных концептов и/или моделей, так как именно в оптическом излучении наиболее отчетливо проявляется корпускулярно-волновой дуализм света во взаимодействии электрического и магнитного полей.

Энергетическая шкала фотометрических измерений предполагает, что визуально воспринимаемый цвет несамосветящихся тел зависит от окраски отражающих поверхностей, которая, в свою очередь, связана с их отражательной способностью и с диапазоном длин волн излучения и отражения. Количественной же характеристикой отражательной способности поверхности является коэффициент отражения ρ . Частный случай пропускания оптического излучения без изменения его спектрального состава сквозь прозрачный образец определяется законом сохранения энергии: $\sigma = \rho + \tau = 1$, т.к.

$$\sigma = \Phi_o / \Phi_o = 1, \rho = \Phi / \Phi_o \text{ и } \tau = (\Phi_o - \Phi) / \Phi_o, \quad (1)$$

где Φ_o – падающий на поверхность поток излучения ($\Phi_o = dQ/dt$ – мощность переноса энергии излучения в интервал времени t , т.е. мгновенное значение потока излучения; $Q = hv$ – энергия излучения), величины Φ – отраженного и $(\Phi_o - \Phi)$ – пропущенного потоков; ρ и τ – коэффициенты отражения и пропускания. Однако при падении на образец светового потока с изменением его спектрального состава из-за селективного поглощения образцом, а также из-за дисперсии света соотношение (1) оказывается неадекватным.

В общем случае прозрачных сред (в заданной спектральной области) отражение светового потока σ сопровождается преломлением δ , поглощением α и пропусканием τ , как это показано на рис.1.

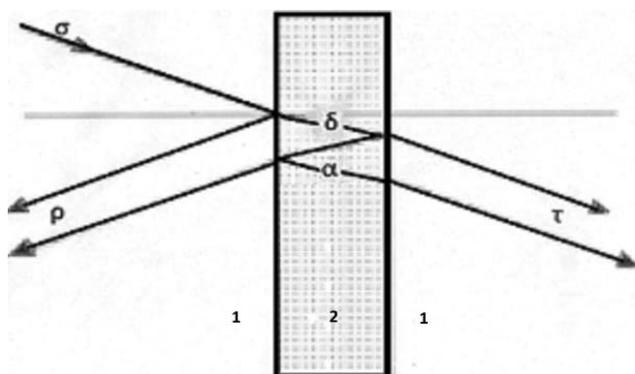


Рис.1. Компоненты светового потока при взаимодействии с веществом

При этом (в отсутствие фотохимических реакций) соблюдается закон сохранения энергии

$$\sigma = \alpha + \delta + \rho + \tau, \quad (2)$$

где приведенные коэффициенты – относительные комбинации светового потока σ с каждым из них, согласно (1), т.е. безразмерные величины. Взаимозависимость этих коэффициентов до настоящего времени затрудняет их совместное количественное определение без привлечения экспериментальных данных оптической фотометрии.

Если же по Френелю сумма энергий преломленного и отраженного световых потоков равна энергии потока, падающего на образец, количество информации можно оценить по относительному распределению интенсивностей, которое зависит от угла падения, значений n_i и поляризации света. При этом преломление света обычно сопровождается поглощением, при котором используется формула $n' = n(1 - i\chi)$ где n' и n – комплексный и действительный показатели преломления среды 2; $i = \sqrt{-1}$; $\chi = k\lambda/4\pi$ – характеризует величину поглощения; k – показатель поглощения в формуле Бугера–Бера $J = J_o \exp(-k \cdot l)$, по которой оценивается уменьшение интенсивности света после прохождения через образец толщиной l для естественных световых потоков.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прошло уже три столетия после опытов Ньютона, два – после Гёте и одно – после Планка–Эйнштейна. Что изменилось за это время? Есть ли четкие ответы на вопросы о принципах существования света вне их синусоидального представления? Быть может, имело смысл обратить внимание на тангенциальные функции для исследования характеристик вещества при поглощении излучения? Обращение именно к этому виду тригонометрических функций было вызвано тем, что в области поглощения наблюдается аномальная дисперсия, описание которой связано с представлением о тангенциальных, но никак не синусоидальных составляющих, обусловленных нормальной дисперсией, т.е. отсутствием поглощения. Мы попытались ответить на эти вопросы согласно информационной модели квантования света [16].

Дискретизация континуума

Линейная дискретизация светового континуума была проведена по уравнению прямой в декартовых координатах: $y = kx + b$, где $k = tg\varphi$ – угловой коэффициент прямой с углом φ от оси Ox , b – отрезок, отсекаемый прямой на оси Oy . При шаге дискретизации, определяемом шириной щели $\Delta\lambda$, получено соответствие между длиной волны λ и релевантным порядковым номером Z_λ в «спектре» континуума. Например, при шаге дискретизации $\Delta\lambda$ в 1 нм, начиная отсчет континуума с длины волны 1 нм, имеем:

$$Z_\lambda = \lambda / \Delta\lambda = \lambda. \quad (3)$$

Откуда следовало, что $k=1$, $b=0$, что давало значение $tg\varphi = 1/\pi$.

Из соотношения (3) следовало, что при определенной «ширине щели» $\Delta\lambda$ с коэффициентом приведения $N=10^9$ метровой к нанометровой шкале была установлена зависимость $Z_i(\lambda_i)$ для произвольно заданной длины волны в континууме:

$$Z_i = N[\lambda/\Delta\lambda + (1-1/\Delta\lambda)] ,$$

где $\lambda/\Delta\lambda$ – разрешающая сила при разности длин волн $\Delta\lambda$, которые еще разделяются «шириной щели» $\Delta\lambda$. В свою очередь, взаимосвязь $E(\lambda)$ и Z_i была получена при согласовании достаточной разрешающей силы $\lambda/\Delta\lambda \approx 10^6$ с релевантной областью спектра:

$$Z_i = \lambda_i/(\lambda_k - \lambda_i) = E_k/(E_i - E_k), \quad (4)$$

откуда с учетом формул $E_{ik} = ch/\lambda_{ik}$ и (4) вытекало соотношение:

$$Z_i = ch/E_i(\lambda_k - \lambda_i). \quad (5)$$

С другой стороны, если континуум естественного света мог быть представлен через изменение энергии как функция изменения длины волны $\Delta\lambda$ и отношение квадрата тангенса данного значения энергии к этим изменениям $tg^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$, получались тангенциальные функции дискретного разложения света на характеристические составляющие:

$$ch = \lambda_\varphi Z_\varphi \varphi / q, \quad (6)$$

где q – целочисленный угловой коэффициент трансформации энергии фотона $E = Z\varphi/q$ в энергию электрона $E = eU$ при равновесном взаимодействии света с веществом. Эта зависимость уже требовала дискретизации светового потока в полярных координатах с радианными единицами измерения (длина дуги l равна радиус-вектору $r(p)$ с полярным углом φ). Данное представление, однако, ограничивалось тригонометрической формой комплексных чисел $r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ с модулем $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ и аргументом φ , о номенальном характере которого речь идет ниже.

Поэтому для соотношения с линейной дискретизацией был осуществлен переход в декартовы координаты при совмещении обеих систем координат с радианным измерением искомым функций по известному правилу $l/r = y/x = p \sin\varphi / p \cos\varphi = tg\varphi = 1 = 1/4\pi$, что предполагало подразделение шагов дискретизации на $1/4\pi$ в каждой октаве (объемом 2π) по релевантным порядковым номерам $Z_\varphi(\varphi)$ при условии $\Delta\varphi = \Delta E/\Delta Z_\varphi = 1/4\pi$.

Из соотношения (6) получилось, что величина Z_φ для дискретного спектра $tg^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$, – при той же разрешающей способности $\lambda/\Delta\lambda$, что и для Z_i – оказалась равной:

$$Z_\varphi = chq/\lambda_\varphi \varphi. \quad (7)$$

Если же, в отличие от размерности длины Z_i [нм], размерность Z_φ отвечала электрон-вольту на радиан [эВ/рад], то связать их длины волн λ единым алгоритмом дискретизации оказалось возможным с помощью порядковых номеров Z_i , Z_φ и в линейном континууме, и в дискретном спектре.

Так, дискретный сигнал обоих математически можно было рассматривать как результат перемножения функций (5) и (7):

$$Z_i Z_\varphi = c^2 h^2 q / E_i \lambda_\varphi \Delta\lambda \varphi, \quad (8)$$

что давало альтернативный результат в зависимости от величины q : в континууме $Z(\lambda)$ светового потока $q=0$, в соответствии с чем $Z_i Z_\varphi = 0$, тогда как в дискретном спектре $Z(\varphi)$ при $q=1 \div 8$ величина $Z_i Z_\varphi = 1578,63 \text{ нм}\cdot\text{эВ/рад}$, что на рис. 2 обозначено вертикальными линиями с верхней цифровой релевантных Z_φ и $Z_i Z_\varphi$ для I октавы. Представленное соотношение между величинами $Z_\varphi = 4ch/\pi\lambda_\varphi$ и $Z_i = ch/E_i\Delta\lambda_{ik}$ при согласовании шкал λ_{ik} и λ_φ по абсциссе, показывает, что $Z(\lambda)$ линейно растет с увеличением длины волны по равенству (5), тогда как $Z(\varphi)$ убывает по зависимости (7). Величина $\lambda_\varphi Z_\varphi$ оказалась тождественной для релевантных $Z_i Z_\varphi$ и равной $1578,63 \text{ нм}\cdot\text{эВ/рад}$, что соответствовало значению $4ch/\pi$.

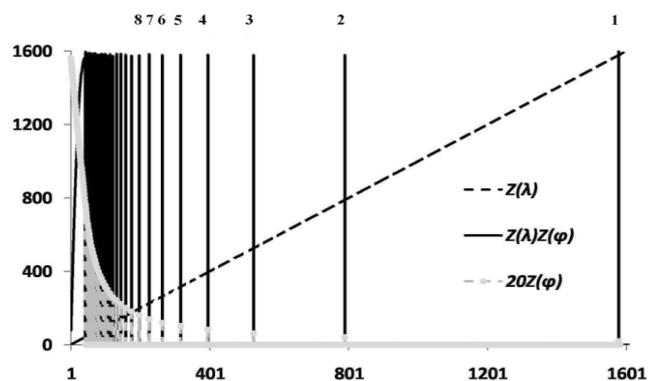


Рис. 2. Дискретизация светового континуума в информационной модели квантования. (абсцисса – длина волны, нм; ордината – $Z(\lambda)$, эВ/рад и $Z_i Z_\varphi$, нм·эВ/рад)

При этом в области жесткого рентгеновского и гамма-излучения ($\lambda < 40 \text{ нм}$, начиная с $Z_\varphi = 42$) квантование приобретает иной характер, не связанный с дискретизацией информационной модели квантования по Z_φ . Возможно, это обусловлено уменьшением разрешающей силы $\lambda/\Delta\lambda = 10^5$ в этой области при заданной «ширине щели» в 1 нм .

Граничные условия оптики

Из предположения, согласно которому поток оптического излучения в вакууме является консервативной системой с идеальными связями между фотонами, так как сумма работ последних при бесконечном перемещении потока не зависит от времени $dE/dt = 0$, получалось интересное следствие. Если «свет от далеких звезд» доходит до нас без изменений его информативности о температуре, составе и других характеристиках этих звезд, то какой-либо иной вывод о том, что световой поток (обозначаемый далее как \sum_σ) оставался неизменным на бесконечном протяжении времени и пространства, требовал бы детального

обоснования. Ибо что могло служить основой для сохранения всей информации светового потока?

К примеру, в вакууме гармонические колебания распространения световой волны выражаются изменением колеблющейся величины по синусоидальному закону: $x=A \sin(\omega t+\varphi)$, где A – амплитуда колебаний, квадрат которой характеризует интенсивность потока излучения; x – значение величины в момент времени t ; ω – угловая частота колебаний ($\omega=2\pi\nu$, $\nu=t^{-1}$); $(\omega t+\varphi)$ – фаза колебаний. При встрече же со средой гармонические колебания искажаются. Это принято выражать спектром в виде их разложения по суперпозициям гармонических колебаний, что до сих пор представляет трудности для точных расчетов. Как можно, и можно ли элиминировать эти трудности?

Как это ни парадоксально, но убедительные ответы мы нашли в «Хроматике» Гёте [3, 9, 10] – принципиального противника ньютоновой теории света и цвета. Кратко представим его мысли: «Свет и тьма имеют некое общее поле, пространство, вакуум, вступая в которое, они становятся видимы. Этим пространством является прозрачное. Без прозрачного нет ни света, ни тьмы». Развивая эту мысль, С.В. Месяц в [3, с. xxx], отмечает, что темнота есть такое состояние абсолютно прозрачного, когда в нем отсутствует свет, поэтому ее можно было бы назвать также прозрачным в возможности, как это делал Аристотель. Свет, наоборот, есть абсолютно прозрачное в действительности, впрочем, и сам он тоже является невидимым. Для того чтобы действие света в абсолютно прозрачном было видимым, необходимо присутствие там какого-нибудь тела. Таким образом, мы видим в том случае, когда взаимодействуют три элемента: 1) свет – невидимый и непространственный активный принцип; 2) темнота – абсолютно прозрачное пространство для действия света; 3) тело, на которое свет, как активный принцип, оказывает воздействие. Темнота, понимаемая как абсолютно прозрачное в возможности, не есть ни некая позитивная сущность, ни равнозначный свету активный принцип. Она – условие действия света как света, условие того, что свет может освещать предметы и делать их доступными зрению.

Согласно этим положениям мы представили вышеупомянутую основу информационной константности светового потока в вакууме и ее изменение при встрече с веществом через произведение спектральной плотности силы излучения $I_e=d\Phi_e/d\Omega$ (где Ω – телесный угол излучения) по интервалу длин волн $\Delta\lambda$ ($I_{e\lambda}=I_e/\Delta\lambda$) и величины импульса фотона $p_i=hv/c$, отнесенного к квадрату собственной частоты ν поглощения:

$$\sum_{\sigma}(I_{e\lambda}) = I_{e\lambda} \cdot p_i \nu^2 = h I_{e\lambda} / c \Delta\nu, \quad (9)$$

что соответствовало размерности $[L^2 T^2]$. Примечательно, что отсюда непосредственно вытекала возможность определения «сдвига» фазовой скорости $\Delta\nu$.

Преобразование части информации при дисперсионном взаимодействии светового потока с веществом, очевидно, это обусловлено взаимодействием внешних (оптических) электронов e с полем электромагнитной волны вблизи частот ν поглощения,

что приводило к потере смысла групповой скорости без учета данного сдвига $\Delta\nu$ при дисперсии света в полосе поглощения.

Вместе с тем, аналогичный результат давало произведение импульса фотона $p_i=hv/c$ и электрического диполя $p_e=el$ в интервале частот $\Delta\nu$ с той же размерностью:

$$\sum_{\sigma}(\Delta\nu) = p_i p_e \Delta\nu \quad (10)$$

$$[LI] [LIT^1][T^1] = [L^2 T^2 T^2],$$

то привело к необходимости верифицировать истинность формул (9) и (10) по соотношениям классической электродинамики с возможностью их прямого квантования.

Так, в классической теории излучения причины существования свободного электромагнитного поля (т.е. самоподдерживающегося, независимого от возбуждавших его источников) связаны с изменяющимся электрическим полем E , порождающим магнитное поле H , а изменяющееся H – вихревое электрическое поле. Согласно второму уравнению Максвелла, закон полного тока I_k определяется циркуляцией вектора напряженности H магнитного поля по замкнутому контуру L :

$$\oint_L H dl = \sum_{k=1}^n I_k, \quad (11)$$

где $\sum I_k$ – алгебраическая сумма токов (дипольной поляризации), охватываемых этим контуром; n – число взаимодействующих систем в контуре L ; dl – элемент длины контура. Если возможна корреляция (11) со световым потоком, квантование электрического тока в магнитном поле давало соотношение, аналогичное (9) и (10) по размерности:

$$\sum_{\sigma}(h) = h \oint_L H dl \quad (12)$$

$$[L^2 IT^1][IT^1] = [L^2 T^2 T^2].$$

Подтверждением этому, в свою очередь, могло служить произведение результирующей силы Лоренца F_l , воздействующей на электрический момент диполя p_e :

$$\sum_{\sigma}(F_l) = F_l p_e \quad (13)$$

$$[LIT^2][LI] = [L^2 T^2 T^2].$$

Поскольку LIT система размерностей в хроматизме всегда показывала адекватность передачи, сохранения и переработки информации, возникал вопрос о физическом смысле формул (9)–(13). Если распространение электромагнитного поля в вакууме передавалось синусоидальной функцией, то при физическом взаимодействии с веществом возникало произведение энергии и информации. Иначе говоря, оказывалось, что «формула света» (как потока электромагнитного излучения в оптической области

спектра) включала произведение заряда и массы «волны-осциллятора», несущего, соответственно, квадрат информации $[I^2]$. Парадоксально красиво, но не ясно.

В связи с этим обращало на себя внимание традиционное совмещение в классической электродинамике энергии электромагнитного поля с переносом импульса, распределенного в пространстве, с объемной плотностью $\vec{g} = \vec{p}/c^2$. Полный импульс \vec{G} электромагнитного поля в объеме V определялся соотношением $\vec{G} = \int_V \vec{g} dV$, что проявлялось в давлении светового потока на диссипативные системы. Осциляция же электрических и магнитных полей во взаимодействии с этими системами, согласно закону сохранения импульса, позволяла брать квадрат ее импульса в объеме V :

$$\sum_{\sigma} (\vec{g}) = \vec{G}^2, [L^2 I^2 T^2]. \quad (14)$$

что привело к формальной записи светового потока через закон сохранения импульса его компонентов.

Практически это положение могло быть верифицировано по плотности потока энергии, определяемой вектором Пойнтинга \vec{P}_p (векторным произведением $[\vec{E}\vec{H}]$), умноженным на момент сил магнитного поля $\vec{M} = \vec{I}\vec{m}\vec{B}$, за интервал времени Δt :

$$\sum_{\sigma} (\vec{P}_p) = \vec{P}_p \vec{M} \Delta t \quad (15)$$

$$[IT^3][L^2 I][T] = [L^2 I^2 T^2].$$

Отсюда следует, что формулы (9)–(15) позволили полагать, что квадрат информации светового потока одновременно связан и с корпускулярно-волновым дуализмом «квантового осциллятора» и/или с взаимодействием электрического и магнитного моментов в электромагнитном поле, что дает возможность соотносить смысл фотона с взаимодействием электрона и позитрона в позитронии не только в области высоких энергий, но и в оптической области излучения. Так как здесь также имело место произведение информации, заряда и потенциала электромагнитного поля $[L^2 I^2 T^2]$. В попытках понять парадокс размерности $[I^2]$ мы рассмотрели возможность контекстно-зависимой корреляции между информацией и энергией.

Энергетически-информационные эквиваленты

Для релевантного перехода от равновесных к неравновесным системам обычно служат шкалы энергий E , пропорциональные шкалам и абсолютных температур T , и углов φ , и других шкал, согласно размерностным соотношениям:

$$[E] = [h\nu] = [eU] = [mc^2] = [kT] = [Z\varphi/q], \quad (16)$$

где h – постоянная Планка, e и m – заряд и масса электрона, U – потенциал поля, c – скорость света в вакууме, k – постоянная Больцмана; T – температура, при которой энергия $h\nu$ фотона с частотой ν равна величине kT , являющейся мерой средней тепловой

энергии; Z – количество фотонов, φ – угол проекции информационной модели излучения на информационную модель атомного поглощения, q – коэффициент трансформации энергии фотона $E = \varphi Z$ в энергию электрона $E = eU$.

Из допущения о стационарности равновесной системы *излучение источником – поглощение веществом* при заданной температуре и смещении длин волн для каждого выделенного терма по закону Вина вытекала формула:

$$b = \lambda_{max} \cdot T,$$

где λ_{max} – длина волны резонансного перехода, релевантного линии λ_{ik} , T – абсолютная температура.

Подстановка (5) в (16) давала соотношение:

$$bk / \lambda_{max} = h\nu,$$

откуда при заданных граничных условиях была получена определенная пропорциональность: $bk \sim ch$.

Для построения адекватной информационной модели также была использована метаязыковая теория размерности $[LIT]$, где $[L]$ и $[T]$ – размерности пространства и времени, а $[I]$ – размерность информации в байтах (Bu) о массе (m_e), заряде (e) и «приведенной массе» в виде постоянной Больцмана $k = R/N_a$, где N_a – число Авогадро, R – газовая постоянная, μ_0 – магнитная постоянная.

В табл. 1 показано, что благодаря размерностному соответствию информации о данных m_e , e и k было получено соотношение между производными величинами, которые оказались своеобразными эквивалентами (переводными множителями их семантики) при переходе, например, от теплоты к микромеханике и/или квантовой оптике.

В каждом конкретном исследовании информационная модель эквивалентов оказывалась более конкретизированной и выражаемой через специфические (характеристические) параметры. Как демонстрирует рис.3, регрессии атомных термов $\lambda_{ik} / \lambda_{\varphi} = E_{\varphi} / E_{ik}$ показали достоверное соответствие безразмерным эквивалентам «излучение-вещество» по информационной модели квантования (ИМК) для главной серии атомных спектров водорода и гелия с достоверностью $R^2=1$.

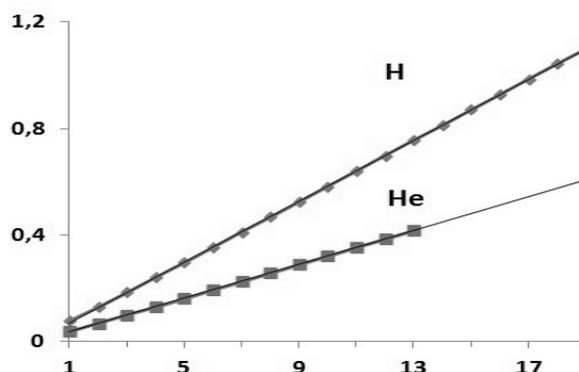


Рис.3. Регрессии атомных термов водорода и гелия в зависимости от дискретизации светового потока (абсцисса – $Z(n)$, ордината – $\lambda_{ik}(n)/\lambda_{\varphi}(n)$) [18].

Информационная модель эквивалентов

Размерность [LIT]	Квантовая оптика	Микромеханика	Теплота
Информация [L ⁰ T ⁰]	$e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ [By(κ)]	$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ [By(κr)]	$k = R/N_a$ [By(эВ/ ⁰ K)]
Потенциал [L ² T ⁰ T ⁻²]	$U = E_\varphi/e$ [эВ/κ]	$c^2 = 9 \cdot 10^{16}$ [м ² /сек ²]	$T = b/\lambda_{max}$ [⁰ K]
Энергия [L ² T ⁻²]	$E_\varphi = \varphi_1 \cdot Z = 1/4\pi Z$ [эВ]	$E_m = m_e \cdot c^2$ [кг·м ² /сек ²]	$E_T = kT \approx bk/\lambda$ [эВ]
Объемная энергия [L ³ T ⁻²]	$\lambda Z \approx 1.58 \cdot 10^{-6}$ [м·эВ]	$ch \approx 1.24 \cdot 10^{-6}$ [м·эВ]	$bk \approx 2.5 \cdot 10^{-7}$ [м·эВ]
Световой поток [L ² T ⁻²]	$\lambda Z/\mu_0 = 1,257325$ [By·эВ]	$ch/\mu_0 = 0,098676$ [By·эВ]	$bk/\mu_0 = 0,198944$ [By·эВ]
Эквиваленты [L ⁰ T ⁰]	$\lambda Z/bk \approx 6.3 \approx 2\pi = 360^0$	$ch/\lambda Z \approx 0.8 \approx 1/4\pi = 45^0$	$bk/ch \approx 0.2 \approx \pi/16 \approx 12^0$

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Если верификация соотношений $\sum_\sigma(i)$ для диссипативных систем могла быть проведена на базе фотометрических измерений по формуле (9), появляется вопрос о физическом смысле равенств (9)–(15) с идентичными размерностями величин. И здесь снова возникала методология Гёте [9, с. 175]: «Большая трудность в психологической рефлексии состоит в том, что внутреннее и внешнее нужно всегда рассматривать параллельно или, вернее, как **сплетенные одно с другим**. Это – непрестанная систола и диастола, вдохание и выдохание живого существа; если это **отношение** и нельзя выразить, то нужно внимательно наблюдать и отмечать его». «Мы и предметы, **свет и тьма, тело и душа, две души, дух и материя**, Бог и мир, мысль и протяжение, идеальное и реальное, чувственность и разум, фантазия и рассудок, бытие и стремление (*Sein und Sehnsucht*), – две половины тела, правое и левое» (*выделено мной – Н.С.*).

Концептуализация разнородных явлений

Дальнейшая детализация ответа на вопрос о смысле соотношений (9)–(15) неизбежно приводила нас к методологии и теории хроматизма как логическому развитию «Хроматики» Гёте. В табл. 2 показано, что все компоненты этой *сплетенности* Гёте в правой графе с показателями степеней [LIT] приобрели собственные критерии релевантности.

Обращало на себя особое внимание Ньютона к вопросу об изгибании света в призме и невозможности получить ответ в настоящем, что он неоднократно подчеркивает в [17, с. 257]. Действительно, и сегодня никто не может сказать, как происходит преломление света в призме, даже если учитывать достаточно весомые гипотезы Ньютона, приведенные к современным опытам Д.С. Рождественского с дисперсией света. Иначе говоря, преломление, как и поглощение света, остается ноуменом (вещью в себе), т.е. тем самым умопостижимым результатом рассудочного знания, против которого и выступил Гёте.

Здесь вспоминается представление ранней кибернетики о «черном ящике», в котором функции и/или действия могли определяться лишь по результатам на

выходе из него. Представляется разумным вернуться к этому представлению при анализе «света» и «тьмы», чтобы понять, как «свет» передает информацию «тьме» (к примеру, информацию о звездном веществе без каких-либо потерь на протяжении миллионов световых лет)? Еще здесь уместен вопрос: что происходит с информацией при дисперсии и поглощении света веществом помимо диссипации энергии при условии неравенства информации и энергии? Сохраняется ли и как сохраняется в таком случае информация в пропущенном τ потоке излучения σ ?

Феноменальные и ноуменальные величины

Вряд ли кто-то будет возражать против того, что **появление мнимой единицы i** (корня из -1) в формулах и для поглощения, и для дисперсии света по существу физического смысла является достаточным и необходимым доказательством тезиса о непредставимости, а строго говоря, – **ноуменальности величин A и Δ** .

При этом коэффициенты σ , α , δ , ρ , τ согласно определению (1) – безразмерные соотношения между потоками, тогда как их релевантные величины \sum_σ , A , Δ , R , T оказались несущими размерность, которая позволяла достаточно детально выявлять смысл между процессами поглощения и преломления света. Из рис.1 следовало равенство *углов падения φ_1 и пропускания φ_3* , что вызывало очередной вопрос: можно ли приравнять интенсивности падающего \sum_σ и пропущенного T потоков, если часть света оказывалась в процессе дисперсии Δ и абсорбции A ? Ведь при равенстве $\varphi_1 = \varphi_3$ должно выполняться и равенство $n_{12} = n_{21}$, что с учетом падения фазовых скоростей v_i по формуле (9), по всей видимости, сказывается и на потери смысла групповой скорости c .

Поэтому оставалось более обоснованно предположить, что световой поток содержит какие-то неучитываемые в теории света параметры. Или, как размышлял Гёте [9, с. 173]: «Есть какая-то неизвестная законосообразность в объекте, которая соответствует неизвестной законосообразности в субъекте. **Все, что есть в субъекте, есть и в объекте, и еще кое-что. Все, что есть в объекте, есть и в субъекте, и еще кое-что**» (*выделено мной – Н.С.*).

Размерностная семантика информационных моделей хроматизма

Взаимодействие света с телом		Компоненты «хрома»	Компоненты интеллекта	Хром-планы АМИ ¹ и релевантные цвета		Показатели		
Свет	$\Sigma(\sigma)$	Эмоции ²	Хром-планы АМИ	χ (АМИ)	Все цвета	L	I	T
Отражение	$R(\rho)$	Краска ³	Внешняя среда (<i>мир</i>)	M_a - ⁷	Все цвета	0	1	0
Пропускание	$T(\tau)$	Имя цвета ⁴	Сознание (<i>душа</i>)	M_r - ⁸	Белый	0	1	0
Преломление	$D(\delta)$	Цвет ⁵	Подсознание (<i>дух</i>)	I_d - ⁹	Серый	2	1	-2
Поглощение	$A(\alpha)$	Окраска тела ⁶	Бессознание (<i>тело</i>)	S - ¹⁰	Черный	2	2	-2

ПРИМЕЧАНИЯ:

¹ АМИ – атомарная модель интеллекта.

² Эмоции, чувства как информационно-энергетические формализованные отношения между релевантными планами 'chroma'. Объективно это отношение проявляется в таких идиомах, как «багроветь от гнева», «чернеть от горя», «краснеть от стыда» и др.

³ Краска как денотат внешней среды (предмет, экстенционал, стимул) – опредмеченное, физическое, материальное – *Ma*-план 'chroma' (автоокраска внешней среды);

⁴ Имя цвета как означающее (слово, лексема, пропозиция) – распределенно-идеальное относительно *S*-плана, но относительно *Id*-плана опредмеченно-материализованное/материальное – *Mr*-план 'chroma' (тезаурус цветообозначений); иначе говоря, цветообозначение, как любое другое вербальное выражение, оказалось языковым знаком целостной системы «внешняя среда – интеллект».

⁵ Цвет как означаемое (десигнат, сигнификат, интенционал, образ-концепт, благодаря образованию которого и осуществляется цветовосприятие) – распределенное, психическое, идеальное – *Id*-план 'chroma'; ибо цвет – в отличие от краски – существует лишь в виде перцепта;

⁶ Окраска тела как денотат интеллекта – базово-органическое, физиологическое, совмещающее информацию объекта и субъекта из-за стадии метамеризации [13, с.78], синеальное – *S*-план 'chroma' (цветоощущение);

⁷ *Ma*-план АМИ – материальный мир вещей внешней среды, характеризуемый автоокраской;

⁸ *Mr*-план АМИ (материальный, опредмеченный, вербализованный в тезаурусе, сознательный) – функции социальной обусловленности и формально-логических операций, например, с цветообозначениями;

⁹ *Id*-план АМИ (идеальный, концептуальный, эвристический, подсознательный) – функции культурной обусловленности и образно-логических операций, например, с апертурными, т.е. с беспредметными цветами;

¹⁰ *S*-план АМИ (синеальный – совместный на базовом уровне, бессознательный) – функции природной обусловленности и генетического кодирования информации, например, по типу метамеризации («обобщения» спектральных цветов).

Итак, согласно рис. 1 и табл. 2 размерности гетеванской «тьмы» и ньютонова «света» оказались не только тождественны друг другу, но и парадоксальным образом включающими квадрат информации $[I^2]$. И это указывало на перенос информационного потока $[I]$ энергией «света» $[L^2IT^2]$ с его релевантной переработкой «тьмой», как это происходит, например, в полосе поглощения света с аномальной дисперсией, где $tg \varphi \rightarrow \infty$. Если же размерность $[L^2IT^2]$ отвечала энергии светового потока, можно полагать, что квадрат информации $[I^2]$ в формулах (9) – (16) являлся релевантным согласователем кодов информации и энергии при взаимодействии «корпускулярно-волнового осциллятора» с веществом. Иначе говоря, подразделение информации и энергии по частоте в световом потоке наблюдалось при дисперсии света в области полос поглощения, т.е. при аномальной дисперсии, как это будет показано ниже.

Из табл. 2 также следовало, что размерностная семантика «тьмы» оказалась тождественной *S*-плану краски и/или бессознания, которое тысячелетиями

характеризовалось именно черным («непознаваемым») цветом «тьмы» и, в первую очередь, характеризовало никем еще не превзойденную интуицию женского бессознания с его до сих пор непознанной генетической логикой. Кстати, – непознанной в той же мере, что и свет и/или фотон. И здесь мы непосредственно сближались с представлениями Ньютона и Гёте о преломлении света.

Еще Декарт оговаривал тот факт, что для оптимального наблюдения дисперсии света необходимо релевантно минимальное отверстие (диафрагма) для прохождения светового потока. Ньютон это воспроизводил в своих описаниях опытов. Получалось, что за минимальным открытием диафрагмы наблюдались сферические волны световой дифракции с углом φ , которые далее преломлялись призмой.

Гёте же наблюдал спектры в области поглощения света, т.е. «граничные спектры» от черных (поглощающих свет) линий на белом фоне, т.е. спектр «тени». При этом лучи света после прохождения призмы оставались такими же бесцветными, как и до нее,

вплоть до встречи с экраном и/или сетчаткой глаза, т.е. с материальным объектом, который и выявлял принципы преломления света и Ньютоном, и Гёте.

Но было и существенное различие в их опытах: Ньютон преимущественно наблюдал дисперсию света от самосветящегося источника, тогда как Гёте – отраженный окрашенный свет от несамосветящегося.

В этом, на мой взгляд, и заключается сущностное различие между их теориями. Так, в частности, с одной стороны, Ньютон исследовал преломление светового потока $\sum_{\sigma}(\sigma)$, а с другой, – пытался выявить различие в преломлении «тонкими черными нитями», по-видимому, в поиске интерпретации фраунгоферовых линий поглощения, наблюдаемых им в солнечном спектре. Теория же Гёте давала именно это отношение потоков света, поглощенного черной границей α к световому потоку, отраженному от белого фона ρ , т.е. отношение «тьма/свет», или, строго говоря, α/ρ . Согласно табл. 2 это отношение имеет размерность эмоций, что и подтверждает изучение Гёте, прежде всего эмоционально-чувственной, духовной стороны восприятия, т.е. субъект-объектного взаимодействия.

Именно это дало нам основание для построения информационного образ-концепта, согласно которому все без исключения характеристические предикаты света имеют релевантные функции в атомарной модели интеллекта, как это и было представлено в табл. 2. Вместе с тем, приведенное там же соотношение световых и хроматических характеристик позволило провести их согласование по критерию [LIT] размерности:

$$\chi(AMI) = S + Id(Ma+Mt). \quad (17)$$

Если же, по Ньютону [17, с. 62] «природа подобна себе самой», а по Гёте [9, с. 136], «всякое существо есть аналог всего существующего», то, соответственно:

$$\sum(\sigma) = A + D(R + T). \quad (18)$$

Согласно рис. 1 и формулам (1)–(2), световой поток при взаимодействии с веществом подразделен на поглощенную $A = -\sum_{\sigma}(I_{ei})$ по (9) и дисперсионную $D = nhv/\lambda$ компоненту (где n – показатель преломления, h – постоянная Планка, v/λ – отношение фазовой скорости к диспергированной длине волны), умноженную на релевантную часть отраженной и пропущенной информации светового потока.

Из примечаний к табл. 2 легко видеть, что при соотнесении формул (17) и (18) хром-планы атомарной модели интеллекта и их размерности (LIT) изоморфно сохраняли информацию релевантных планов внешней среды (света) и наоборот. Очевидными следствиями этого выступают положения:

во-первых, квадраты пространства L , информации I и времени T в формулах для света и его поглощения свидетельствовали о явном изоморфизме гётеанской оппозиции «свет-тьма»;

во-вторых, величины Ma и Mt (R и T) являлись феноменами, тогда как χ , S , Id (\sum_{σ} , A , D) – ноуменами, или прафеноменами (по Гёте);

в-третьих, не только свет оказался содержащим гётеанское «еще кое-что», но и наблюдалось семантическое согласование информационных концептов света $\sum(\sigma)$ и тьмы $\chi(S-)$ как **принципиально непознаваемого** бессознания/подсознания человека, впрочем, как и света/тьмы.

Ибо вряд ли какому-либо физическому удастся заявить, что он понимает сущность света хотя бы на уровне корпускулярно-волнового дуализма, который мы называли «осциллятором». Аналогично этому никакому психологу, биологу или физиологу сегодня не удастся понять генетическую логику бессознания, доминирующего в женственном интеллекте, т.е. не только идентифицировать (дескрипировать), но и **интерпретировать семантику всех кластеров в геноме человека**.

Поэтому не могу не повторить и не привести полностью замечательную мысль Гёте [9, с. 173]: «Есть какая-то неизвестная законосообразность в объекте, которая соответствует неизвестной законосообразности в субъекте. **Все, что есть в субъекте, есть и в объекте, и еще кое-что. Все что есть в объекте, есть и в субъекте, и еще кое-что. У нас два пути к гибели или спасению:** признавать за объектом “еще кое-что” и пренебречь нашим субъективным остатком, или же возвысить субъект, признавая за ним “еще кое-что”, и отвергнуть объективный остаток» (выделено мной – Н.С.).

Дисперсия и поглощение света

В результате многочисленных экспериментов по оптике в 1621 г. Снеллиус открыл закон преломления света, который был развит Декартом в «Диоптрике» (1637 г.) и позже Ньютоном в «Оптике» (1704 г.). Закон описывает преломление света на границе двух прозрачных сред с различными показателями преломления. Угол падения света на поверхность связан с углом преломления соотношением: $n_1/\sin\varphi_1 = n_2/\sin\varphi_2$, где n_1 и n_2 – показатели преломления среды 1 и 2. φ_1 и φ_2 – углы падения и преломления относительно нормали

Вместе с тем, как отмечал Гёте, цвета образовывались только на границе между светлой и темной поверхностью. Но ведь именно на границе двух сред одновременно с отражением происходит и преломление света, т.е. изменение направления оптического излучения при его прохождении через границу двух сред с показателями преломления n_1 и n_2 . При этом среда с n_2 – однородна, изотропна, прозрачна и является селективно поглощающей (непоглощающих сред в природе не существует).

Соотношение между показателем преломления и углом падения, например, для границы раздела «воздух-стекло» при $n_1 = 1$ и $n_2 = 1,52$ дает угол Брюстера $\varphi \approx 57^\circ$. Любопытно, что углы преломления света, приводимые Ньютоном [17, с. 22, с. 28, с. 57, с. 66-67, с. 324] в описаниях опытов ($\varphi \approx 53^\circ-64^\circ$), были близки к углу Брюстера, связанному не с синусоидальным представлением рефракции световой волны, а с тангенциальным.

Показатель преломления n_2 как функция длины волны, описывает свойства среды 2, через которую проходит луч света, и определяется отношением скорости распространения света в вакууме c к скорости распространения света в данной среде c_2 . Опыты Ньютона и других ученых показывали, что с увеличением длины волны света показатель преломления исследуемых веществ монотонно уменьшается. Однако в 1860 г., измеряя показатель преломления паров йода, Леру обнаружил, что красные лучи преломляются сильнее, чем синие. Это явление он назвал аномальной дисперсией света; в дальнейшем оно было обнаружено и во многих других веществах.

Сегодня как нормальная, так и аномальная дисперсия света объясняются одинаково: нормальная дисперсия происходит с лучами света, длина волны которых далека от области поглощения излучения данным веществом, а аномальная дисперсия наблюдается в области полосы поглощения. Это явление замечал еще Ньютон; Гёте развил его позже в «Хроматике»: расположение цветов при наблюдении света существенно отличалось от такового при наблюдении черной границы [17, с. 124; 3, с. 45, с. 51, с. 88]. Вместе с тем, Ньютон умалчивал о наблюдении черных полос (фраунгоферовых линий) в солнечном спектре, т.к. их объяснение вызвало бы такое усложнение, которое Ньютон вряд ли разрешил [17, с. 327].

Согласно классической теории, под действием электрического поля световой волны электроны атомов и/или молекул совершают вынужденные колебания с частотой приходящей волны. При ее сближении с частотой собственных колебаний электронов возникает резонанс, обуславливающий поглощение света. Наличие собственных частот колебаний приводило к зависимости показателя преломления n от частоты ν , передававшей ход дисперсии света рядом с полосой поглощения. Однако для квантово-механического описания этого хода в полосе поглощения приходилось вводить ряд эмпирических параметров (необъяснимые суммы сил осцилляторов и коэффициентов затухания) для каждой полосы, что, тем не менее, не избавило от парадоксов. Так, если без этих параметров дисперсия света ранее определялась формулой:

$$n \approx 1 + 2\pi N_i (e^2/m) \sum_i [f_{ik} / (\nu_{ik}^2 - \nu_o^2)], \quad (19)$$

то при $\nu_{ik} = \nu_o$ показатель преломления n парадоксально обращался в бесконечность.

Далеко нетривиальный характер этой задачи в совокупности с известным выражением для угла Брюстера $tg\varphi = n$ привел к построению информационной модели дисперсии света, которая показала возможные пути для адекватной элиминации упомянутого парадокса. Поскольку, согласно (4)–(8), амплитуды тангенциальных функций зависят от «ширины щели» $\Delta\lambda$, и для первой октавы информационной модели квантования энергия E (в эВ) оказалась тождественно равной углу φ (в радианах), а в последующих октавах работало выражение $E_\varphi = \varphi \cdot Z$ [16], то значения E заменялись на φ и $\Delta E(\Delta\lambda)$ – на $\Delta\varphi(\Delta\lambda)$. При направлении луча света по

нормали к поверхности поглощающей/преломляющей среды ($\varphi = \pm/2\pi$) значение $tg\varphi \rightarrow \infty$:

$$[tg^2 \varphi / \Delta\varphi(\Delta\lambda)] / tg\varphi = tg\varphi / \Delta\varphi(\Delta\lambda). \quad (20)$$

Если же информационная модель аддитивности термов давало распределение полос поглощения по спектру, то соотношение (20) показывало связь между контуром полос и тангенциальной зависимостью показателя преломления от угла падения и длины волны. Как следует из формулы (20), также, как и в (19), $n \rightarrow \infty$ при $\lambda_{ik} = \lambda_o$. Для устранения этого парадокса были взяты отношения для амплитуды тангенциальной функции (контуров полос поглощения A):

$$A(\lambda, \varphi) = tg^2 \varphi / \Delta\varphi(\Delta\lambda) \quad (21)$$

и для показателя преломления:

$$n(\lambda, \varphi) \approx tg\varphi / \Delta\varphi(\Delta\lambda). \quad (22)$$

Взаимозависимый характер величин (21) и (22) позволяет дать приведенные значения n и A (как отношение текущего значения A_i к релевантному максимуму) для каждой полосы поглощения:

$$A_{rel} = \pi A_i / A_{max} \quad (23)$$

и к соответствующим каждой полосе поглощения аналогичные отношения (текущего значения n_i к к абсолютной величине $|n_{max}|$):

$$n_{rel} = 1 + n_i / |n_{max}|, \quad (24)$$

где A_{rel} и n_{rel} – относительные (*relative*) величины амплитуды и показателя преломления, выражаемые тангенциальными функциями (21) и (22). По этой причине амплитуды A тангенциальных функций $tg^2 E / \Delta E(\Delta\lambda)$ мы связали аппаратной функцией $\Delta\lambda = 0,01$ нм с заменой значений E на φ и $\Delta E(\Delta\lambda)$ – на $\Delta\varphi(\Delta\lambda)$.

Построение адекватных зависимостей $A(\lambda)$ и $n(\lambda)$ для абсорбционных полос с $tg\varphi$ при $\varphi = 1/2$ и $3/2$ π представлено на рис. 4, на котором можно увидеть ход обеих тангенциальных функций при $\Delta\lambda = 0,01$ нм, приведенных к значениям A_{rel} и n_{rel} по формулам (23) и (24): величина n не обращается в бесконечность и одновременно связана с контуром полос поглощения. Вне полос/линий поглощения n убывает в согласии с нормальной дисперсией, тогда как в пределах полос/линий – растет соответственно с дисперсией аномальной.

Показательно, что убывание n_{rel} с ростом λ идет и в пределах полосы поглощения, но только до $A_{max}(\lambda)$ с резким ростом до края канта полос, что согласуется как с известными опытами Д.С. Рождественского, так и с тем фактом, что канты линий/полос поглощения обычно отненены именно в красную область. Очевидно, это подтверждает натурное самосогласование кодов n и A благодаря тангенциальным аргументам и «аппаратной функции» информационной модели квантования.

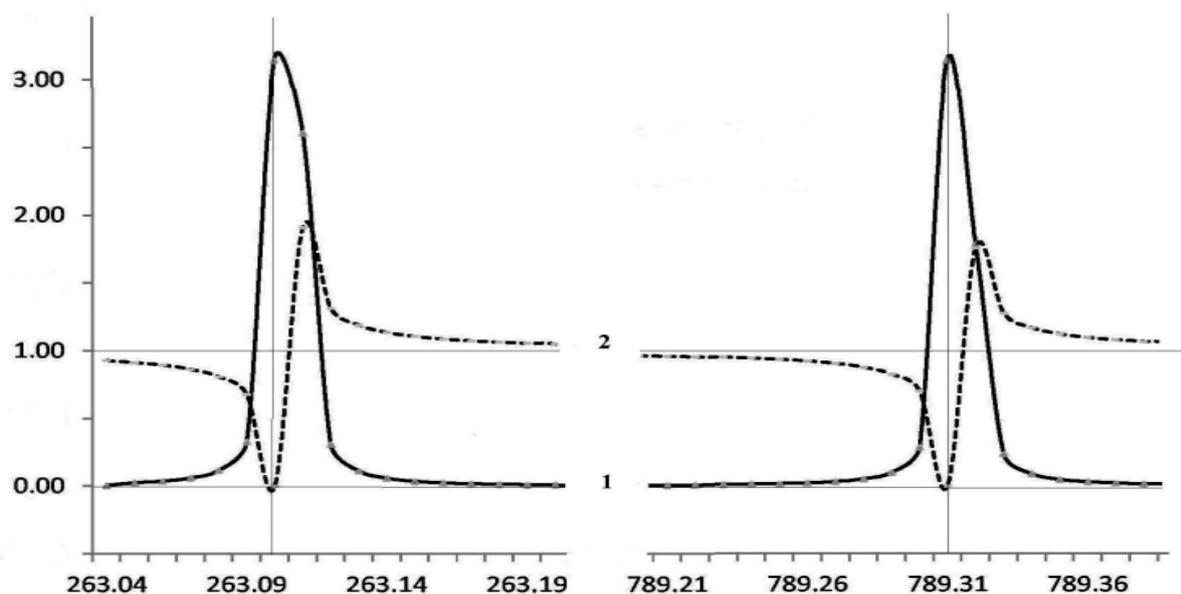


Рис. 4. Приведенный вид полос: 1 – поглощение, 2 – дисперсия (абсцисса – длина волны, нм; ордината – амплитуда тангенциальных функций и показатель преломления)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами образ-концепты «света и тьмы» позволили построить информационные модели таких контекстно-зависимых параметром внешней среды, как «свет – тьма», «сохранение информации в световом потоке» при «поглощении – дисперсии света», модели эквивалентов и др.

Проведенная работа показала, что современная физика вряд ли сможет совершенствоваться без элиминации комплексных чисел и/или признания тангенциальных зависимостей, которые позволили проанализировать процессы поглощения и дисперсии света, т.е. именно гётеанское взаимодействие «света и тьмы», имеющих «некое общее поле, пространство, вакуум, вступая в которое, они становятся видимы».

И, наконец, вспомним гениальные слова И.В. Гёте [9, с. 169]: «Истинное, совпадая с божественным, никогда не допускает непосредственного познания: мы созерцаем его только в отблеске, в примере, в символе, в отдельных и родственных явлениях; мы воспринимаем его как непонятную жизнь, и не можем отказаться от желания – все-таки понять его». Таким образом, проведенная выше информационная концептуализация основных предикатов спора Гёте с Ньютоном «о свете, цвете и тьме» показала реальную возможность этого понимания на современном уровне знания.

* * *

За критический анализ рукописи и вопросы/замечания по существу настоящей публикации автор бесконечно признателен Руджеро Сергеевичу Гиляревскому; за помощь, советы и консультации – Вячеславу Николаевичу Паку, Валерию Викторовичу Степанову, Сергею Викторовичу Кривых, Кириллу Волянскому и всем коллегам, заинтересованным в развитии гётеанской методологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейзенберг В. Учения Гёте и Ньютона о цвете и современная физика // Философские проблемы атомной физики. – М.: ЛКИ, 2008. – С. 54-71.
2. Борн М. Размышления о теории цвета // Иенское обозрение. – 1963. – № 6. – С. 235-248.
3. Месяц С.В. Иоганн Вольфганг Гёте и его учение о цвете. – М.: Кругъ, 2012. – xxxii + 464 с.
4. Воробьев Г.Г. Информатика цвета // Научно-техническая информация. Сер.2. – 1998. – № 12. – С. 1-14.
5. Свасьян К.А. Философское мировоззрение Гёте. – М.: Evidentis, 2001. – 222 с.
6. Канаев И.И. Очерки из истории проблемы физиологии цветового зрения. – Л.: Наука, 1971. – 160 с.
7. Brusatin M. Histoire des couleurs. – Paris.: Flammarion, 2003. – 192 p.
8. Месяц С.В. Гёте и Ньютон: спор о цвете // Интеллектуальные традиции в прошлом и настоящем. №2. – М.: Аквилон, 2014. – С. 299-339.

9. Гёте И.В. Учение о цвете. Теория познания. – М.: Либроком, 2013. – 200 с.
10. Иоганн Вольфганг Гёте. Избранные сочинения по естествознанию / пер. и коммент. И.И.Канаева. – М.: АН СССР, 1957. – 212 с.
11. Фрумкина Р.М. Психоллингвистика. – М.: Академия, 2001. – 320 с.
12. Карасик В.И. Концепты-регулятивы // Язык, сознание, коммуникация.– М.: МГУ, 2005. – № 30. – С. 95-108.
13. Международный светотехнический словарь / ред. Д.Н. Лазарев. – М.: Русский язык, 1979. – 279 с.
14. Бейтсон Г. Экология разума. Избранные статьи по антропологии, психиатрии и эпистемологии: пер. с англ. – М.: Смысл, 2000. – 476 с.
15. Кульпина В.Г. Система цветообозначений русского языка в историческом освещении // Наименования цвета в индоевропейских языках. – М: КомКнига, 2007. –С. 126-184.
16. Серов Н.В. Информационная модель квантования света // Научно-техническая информация. Сер.2. – 2016. – № 5. – С.15-27; Serov N.V. An Information Model of Light Quantization // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2016. – Vol. 50, № 3. – P. 91-103.
17. Ньютон И. Оптика или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света / пер с англ. и примеч. С.И. Вавилова. – М.: ГИТТЛ, 1954. – 368 с.
18. Sansonetti J.E., Martin W.C. Handbook of basic atomic spectroscopic data // Journal of Physical and Chemical Reference Data. – 2005. – Vol. 34, №.4. – P. 1559-2259.

Материал поступил в редакцию 29.03.19

Сведения об авторе

СЕРОВ Николай Викторович – кандидат химических наук (спектроскопия), доктор культурологии (семантика цвета), профессор, Оптическое общество им. Д.С. Рождественского, Санкт-Петербург.
e-mail: n.serov@gmail.com

УДК 004.738.056

Р.Р. Фаткиева

Система показателей информационной безопасности промышленных предприятий

Анализируются особенности работы предприятий при сетевом функционировании. Предложена многоуровневая модель структуры сетевого взаимодействия и система показателей информационной безопасности. Разработанная система, как совокупность многоуровневых показателей и связей между ними, позволяет получать интегральные характеристики сетевой безопасности. Это дает возможность решать задачи мониторинга, прогнозирования и управления сетями на промышленных предприятиях. Представлены методы и алгоритмы комплексной оценки рисков от сетевых угроз и методы обоснования мероприятий по защите.

Ключевые слова: показатели безопасности сети, система управления, сетевой трафик

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная технологическая база современного производства зависит от информационных технологий, и потенциальная ситуация, при которой сетевая инфраструктура предприятия выйдет из строя в результате атаки противника или катастрофы природного или техногенного характера, может привести к серьезным последствиям, в том числе экономического характера. Поэтому одним из основных требований, выдвигаемых при внедрении технологий единой системы управления (ЕСУ), является обеспечение защиты информации от случайных и злонамеренных воздействий, а также бесперебойное поступление актуальных данных к объекту управления, поскольку ввод деструктивной информации в процесс производства может свести на нет внедренные технологии управления. Вместе с тем завышенные требования по обеспечению безопасности влекут за собой неоправданно большие, а в ряде случаев и неприемлемые расходы.

Принципиальной особенностью межсетевого взаимодействия при управлении является конвергенция различных каналов, сетей, включенных в технологический процесс производства оборудования, сервисов и бизнес-приложений. Объединение разнородных сетей в ЕСУ приводит к тому, что деятельность сотрудников различных отделов на стыках зон ответственности не всегда отвечает условиям безопасного межсетевого взаимодействия. Переход к интегрированным сетевым системам существенно отражается как на производительности систем передачи данных в связи с увеличением объема трафика и образованием очередей, так и на свойствах сетевого трафика. Вследствие этого возникает необ-

ходимость оценки состояний системы в каждый момент времени для возможности управления состоянием предприятия. Однако в правовых актах¹ отсутствуют методологические рекомендации по оценке информационной безопасности территориально распределенных промышленных предприятий. Этот пробел, а также отсутствие иного четкого нормативного регулирования приводит к трудностям при комплексной оценке комбинированных средств защиты и организационно-технических мер в отраслях критических технологий.

При формировании методологического подхода возникает сложность при выборе показателей и средств измерения. В законодательной базе не приводятся необходимые данные защищенности, на основе которых возможно создание систем измерения и оценки информационной безопасности. Существующие методики не позволяют оценить систему как в целом, так и на каждом этапе жизненного цикла. Полностью отсутствует как перечень применяемых средств измерений и алгоритмов обработки их результатов. Также нет методов сравнения и выбора

¹ Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) России № 17 от 11.02.2013 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах». Приказ ФСТЭК России № 21 от 18.02.2013 «Об утверждении Составы и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».

наилучшего варианта защиты при минимальных затратах на обеспечение безопасности.

Проблема выбора показателей стоит особенно остро в условиях, когда возникает необходимость принятия превентивных мер в формате реального времени. В качестве примера можно привести ситуацию, когда требуется оценка состояния сетевой безопасности в условиях атаки, при этом мониторинг сети ложится дополнительной нагрузкой на каналы связи, что в свою очередь только усложняет ситуацию. Однако в существующих правовых актах также полностью отсутствует методологический аппарат, позволяющий произвести указанную оценку.

Трудность оценивания сетевой безопасности также обусловлена большим количеством разнообразных средств защиты информации, работа которых не регламентирована ни одним из существующих стандартов. Это требует введения ведомственных законодательных актов в отрасли или внесения изменений в существующую политику безопасности в пределах предприятия.

Обоснование выбора показателей информационной безопасности по критерию максимизации целевой функции не всегда может обеспечить заданный уровень защиты информации.

Отсутствие управления информационной безопасностью приводит к формированию различных подходов к реагированию на тот или иной инцидент. Неправильное применение механизмов регулирования и зон ответственности дополнительно влечет нарушения ИБ. Проблема усугубляется тем, что имеется тенденция к использованию распределенной обработки данных, которая ослабляет эффективность централизованного контроля. Взаимодействие ЕСУ общего пользования с частными сетями компаний, а также совместное использование информационных ресурсов затрудняет обеспечение безопасности и управление доступом к информации при нарушении работоспособности любой из подсистем. Все это требует внедрения новых методов учета изменений параметров оценки защищенности автоматизированных систем управления.

Разработка методологических основ измерения и оценки параметров информационных систем (ИС) связана со сложностью формирования пространства состояний этих параметров и поиском целесообразных методов и средств измерения. В нормативно-методических документах не приводятся необходимые показатели защищенности и их доверительные интервалы, отсутствует сбалансированная система методов и средств измерения показателей деятельности предприятия. Несовершенство средства измерения, алгоритмы обработки результатов, методы выбора наилучших систем управления при минимальных затратах на обработку.

Во многом не проработаны показатели, характеризующие состояния ИС, совместной деятельности в рамках ЕСУ, а также подходы к их выбору в зависимости от сложившихся уровней. Все эти характеристики должны быть приведены к единому базису на основе модели упорядочения с возможностью формирования сводных показателей (глобальных, интегральных, обобщенных, генеральных и т.п.). Это, в

свою очередь, приводит к необходимости сопоставления тех или иных параметров и формированию требований к метрическим показателям, в частности к воспроизводимости, отсутствию субъективной оценки, простоте в сборе с точек доступа, возможности выразить измеряемую характеристику числом, специфичности и однозначности в отношении управляющих воздействий.

В качестве альтернативного подхода для формирования множества измеряемых показателей возможно использовать модели зрелости [1]. Однако трудность их использования заключается в формализации и оценке базовой и иерархической структуры модели, которые зависят от процессов, протекающих в производственном цикле.

Все перечисленное требует введения показателей оценки как системы в целом, так и ее подсистем и непосредственно узлов и элементов оборудования, входящих в структурную схему предприятия [2]. Использование иерархического подхода позволяет структурировать потоки информации, облегчить задачу управления, а также обеспечить разный уровень защиты информационного потока в зависимости от цели обработки. Дальнейшая декомпозиция системы управления показывает, что взаимосвязь подсистем и отделов целесообразно осуществлять через локальные и глобальные вычислительные сети. Это позволяет сформировать систему обеспечения информационной безопасности, связывающую показатели друг с другом.

В этом случае каждой группе показателей может быть поставлена в соответствие модель, позволяющая определять их значения в зависимости от значений других показателей и характеристик. Это, в свою очередь, влечет за собой необходимость создания адаптивной системы показателей, с возможностью дополнения и изменения представляющих данный уровень характеристик.

ТРЕБОВАНИЯ К ЕДИНОЙ СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Для анализа функционирования информационных систем широко применяются математические методы и модели массового обслуживания. При этом процесс оценивания характеристик зачастую носит итерационный характер, с многократной процедурой анализа объекта. Оценивание характеристик того или иного уровня имеет практическое значение, поскольку даже незначительное изменение структурно-функциональной организации предприятия может привести к улучшению одних показателей эффективности функционирования и к ухудшению других. Это затрудняет выбор варианта структурной организации, если показатели эффективности оказываются противоречивыми.

В сложившихся условиях развития производственных процессов, при которых передача информации происходит по телекоммуникационным каналам, для построения системы управления необходимо учитывать уровни распределения передачи данных (рис. 1).

Использование иерархического подхода позволяет отделять внутренние процессы, протекающие в автоматизированной системе, друг от друга, а также осуществлять контроль за безопасностью передачи данных на каждом из подуровней. Для управления, безопасностью целесообразно ввести показатели процесса на каждом из уровней, что позволит получить оценки, характеризующие некоторый частный срез оперативной обстановки, в зависимости от поставленных задач. В этом случае имеет место большое многообразие показателей, оценивание которых, в частности, зависит от назначения системы. Чем большую значимость имеет информация, циркулирующая в автоматизированной системе, тем шире охват показателей. Показатели низких уровней могут измеряться непосредственно на оборудовании, более масштабные – с помощью свертки низкоуровневых показателей. Для обеспечения управления нижних уровней, например устройства или межмашинного взаимодействия, необходимо осуществить измерение показателей непосредственно на самих устройствах, требующих контроля.

Однако здесь возникает ряд проблем:

- чрезвычайно сложная техническая и программная инфраструктура автоматизированных производств и информационных систем трудноформализуема для измерения и оценки;
- разнородность средств, участвующих в производственном цикле, предоставленных разными производителями и, соответственно, огромное разнообразие показателей;
- структура производственного процесса является динамической как по составу, так и по поведению,

что влечет за собой изменение состояния и требует введения категории времени.

В указанных условиях использование показателей, их регулярное сопоставление с целевыми значениями и оценивание требует введения характеристик, к которым можно отнести: правильную идентификацию и выбор метрики в быстро изменяющихся условиях производственного цикла (метрика должна быть измерима); отсутствие субъективной оценки; простоту измерения и обработки; отражение единственной характеристики для оценивания; толерантность со стороны лица, принимающего решение.

В этих условиях возникает необходимость разработки системы показателей, отражающих состояние каждого из подуровней и предприятия в целом. Для этого, с учетом вышеизложенного, вектор \bar{x}_i i -го состояния в момент времени t_i производственного цикла можно записать в виде

$$\bar{x}_i = \bar{x}_i (\bar{x}_{1i}, \bar{x}_{2i}, \bar{x}_{ji}, \dots, \bar{x}_{ni}),$$

где $\bar{x}_{1i}, \bar{x}_{2i}, \dots, \bar{x}_{ni}$ – векторы (упорядочные множества значений показателей) первого, второго, ..., n -го уровней, а \bar{x}_{ji} , в свою очередь:

$$\bar{x}_{ji} = (x_{1ji}, x_{2ji}, \dots, x_{zji}),$$

где x_{kji} – значение k -го показателя j -го уровня в i -м состоянии процесса. Это позволяет с помощью свертки получить скалярные значения показателей (количество устройств, время реакции T и др.) для каждого из уровней.

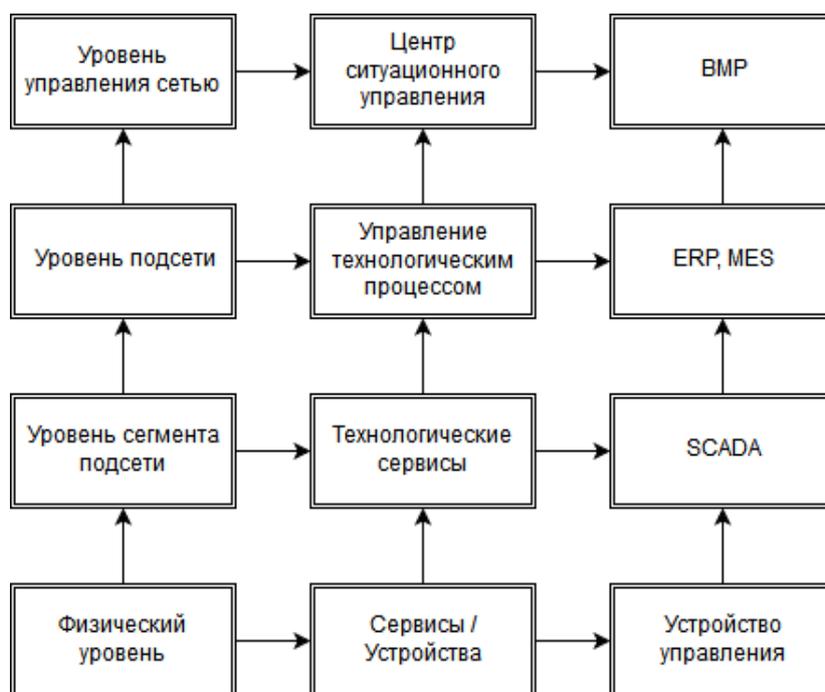


Рис. 1. Уровни распределенной передачи данных при управлении производственными процессами

Между состояниями технологического процесса на времени t_i существует зависимость:

$$\bar{x}_i = \bar{x}(t_i) = f(\bar{x}(t_{i-1}), \bar{u}(t_{i-1}, t_i), \bar{\xi}(t_{i-1}, t_i)),$$

где $\bar{x}(t_{i-1})$ – состояние на момент t_{i-1} ; $\bar{u}(t_{i-1}, t_i)$ – управляющее воздействие по обеспечению производства на интервале времени

(t_{i-1}, t_i) ; $\bar{\xi}(t_{i-1}, t_i)$ – внешние воздействия на устройство на интервале (t_{i-1}, t_i) (например, поступающие в сеть внешние сообщения, заявки на решения пользовательских задач и др.).

Оценка показателей в текущем состоянии $\bar{x}(t_i)$ с помощью непосредственных измерений параметров нижнего уровня, их передача в центр мониторинга, обработка в нем и выход на показатели более высоких уровней зависит от применяемых методов измерения, сбора и оценки параметров.

В этом случае задача управления как в целом для предприятия, так и для каждого j -го уровня состоит в одновременном выполнении трех условий: 1) измерение и оценка показателей по каждому из уровней в заданный момент времени; 2) прогнозирование и обеспечение стабильного значения некоторых показателей в фиксированный момент времени t заданного интервала; 3) формирование управляющих воздействий с изменением определенных показателей в случае отклонений от заданных целевых значений.

Однако при разработке системы показателей необходимо учитывать, что на их величины могут повлиять недостоверные данные D_f существенно влияющие на процесс управления:

$$D_f = D_m + D_p + D_{op},$$

где D_m – ошибки измерения, D_p – ошибки снятия показаний контрольно-измерительных приборов, D_{op} – ошибки операторов при внесении информации.

В реальных условиях при динамически изменяющемся характере процесса допускается определенное изменение показателей при воздействии дестабилизирующих факторов на j -м уровне, что определяется соотношением $\bar{x}_{ij} \in [x_{ij\min}, x_{ij\max}]$ заданных верхних и нижних границ порогового значения соответственно.

Использование иерархической структуры управления позволяет разделять весь процесс принятия решений на такое число уровней, при котором решение задачи оптимизации на каждом из них было бы несложным. Однако в случае большого числа подуровней и структурной сложности системы возникает задача согласования и координации принимаемых решений.

С другой стороны, подобный подход делает возможным прогнозирование функционирования предприятия на различных звеньях производства. Использование прогнозных значений позволяет предусмотреть необходимые мероприятия по выпуску изделий и с учетом этого осуществлять управление.

Системы управления предприятием имеют многоуровневую структуру и активно используют среду передачи и обработки данных. Поэтому оценивая те или иные параметры их функционирования системы, нельзя не учитывать, что сетевая безопасность на каждый момент времени t характеризуется некоторыми состояниями сети. В обобщенном виде можно выделить четыре уровня показателей информационной безопасности предприятия:

- показатели на уровне прикладных систем;
- показатели безопасности ИС;
- показатели эффективности средств злоумышленника;
- показатели сетевой безопасности.

Показатели эффективности прикладных систем характеризуют степень приспособленности системы к выполнению поставленных перед нею задач и являются обобщающими показателями оптимальности функционирования ИС. Поэтому имеет место большое многообразие показателей группы, с помощью которых оценивается эффект (целевой результат). В обобщенном виде показатель эффективности прикладных систем можно представить в виде $W = \{W_u, W_m, W_e\}$, где W_u – показатели целевой эффективности функционирования или эффективности использования (количественная мера соответствия прикладной системы своему назначению); W_m – показатели технической эффективности (количественная мера, отражающая техническое совершенство прикладных систем); W_e – показатели экономической эффективности функционирования (количественная мера экономической целесообразности использования систем).

Показатели безопасности ИС характеризуют эффективность мероприятий защиты посредством пророста обеспечения безопасности прикладных систем: $\Delta W(t) = W_2(t) - W_1(t)$, где $W_2(t)$ – показатель безопасности прикладных систем с мероприятиями информационной безопасности (ИБ), $W_1(t)$ – показатели без мероприятий ИБ. Имеется большое многообразие показателей этой группы, с помощью которых оценивается эффект (целевой результат). В качестве $W_2(t)$ и $W_1(t)$ могут выступать, например, число успешно решаемых задач прикладной системы без мероприятий ИБ и при их наличии; вероятность решения задачи.

Показатели эффективности средств инфраструктуры злоумышленника позволяют выявить уязвимости информационной системы и программного обеспечения. Для этого используются программно-аппаратные средства выявления топологии сети, описания установленного программного обеспечения, сведения об известных уязвимостях.

Интегральными показателями сетевой безопасности ИС являются: прирост числа обслуживаемых заявок пользователей за счет мероприятий информационной безопасности, прирост времени до отказа

системы, снижение затрат на обслуживание процессов (пользователей) и т.д. Если нельзя получить численные значения, возможно использование вероятностных моделей.

Показатели сетевой безопасности ИС характеризуют степень защищенности системы при выполнении свойственных ей основных задач. При измерении сетевой безопасности применяются различные показатели, которые можно разделить по масштабу охвата на показатели уровня хоста, сегмента, подсети и интегрального уровня (рис. 2). Показатели низких уровней могут измеряться непосредственно на сетевом оборудовании, более масштабные – с помощью свёртки низкоуровневых показателей.

Основное оценивание параметров функционирования сети целесообразно осуществлять на ее нижних уровнях, а непосредственно управление всем циклом – на верхних. Это позволяет повысить быстродействие системы и разгрузить вычислительную сеть от передачи излишней информации. Для получения интегральной оценки систему показателей сетевой безопасности можно представить как совокупность многоуровневых показателей процесса сетевой безопасности и новых связей между ними с необходимостью сбора информации на каждом из уровней (рис. 3).

Оценка показателей на уровне хоста. Для определения основных сетевых параметров на уровне хоста необходимо произвести декомпозицию с вычислением характеристик входных и выходных потоков. Это позволяет осуществить прогнозирование характеристик информационных потоков, которое необходимо для эффективного управления единым информационным пространством предприятия, в том числе для определения ограничений загрузки буферов узлов, каналов связи путей и скоростей, нагрузки на конечный узел, вплоть до элемента узла [4-9].

Оценка показателей на уровне сегмента сети позволяет оценить ее качество, возможность разграни-

чения доступа с помощью политик коммутации сети, обеспечение безопасности передачи информации. Выбор показателей для каждого сегмента зависит как от количества пользователей, так и от установленного оборудования. Для задач обеспечения информационной безопасности необходимо оценить текущее состояние показателей сегмента сети, при этом методика сбора статистической информации о каждом элементе существенно зависит от существующих технических и программных средств. В качестве примера программной реализации может выступать обычный хост, с установленным программным обеспечением, использующим технологию *NetFlow/SFlow*. Возможно использование встроенных средств сбора статистических данных в аппаратно-технических системах – маршрутизаторов, интеллектуальных хабов. Преимущество этой технологии заключается в том, что указанные анализаторы работают независимо от используемой технологии и программного обеспечения, установленного на конечных точках пользователя. Однако как программные, так и аппаратные анализаторы сетевого трафика не всегда адекватно отражают статистику ошибок в сети. При этом производимая анализаторами генерация обостряет проблемы передачи трафика и обеспечения безопасности сети. Это приводит к необходимости управлять не только трафиком, но управляющими воздействиями на него.

Оценка показателей подсети. Границей разделения сети и подсетей является оконечное оборудование в виде маршрутизатора, межсетевое экран или иного оборудования в зависимости от количества хостов и предназначения сети. Оценка показателей безопасности и эффективности функционирования подсети в зависимости от требуемых условий обеспечения качества возможно производить как на входе так и на выходе устройства, расположенного на границе подсети.

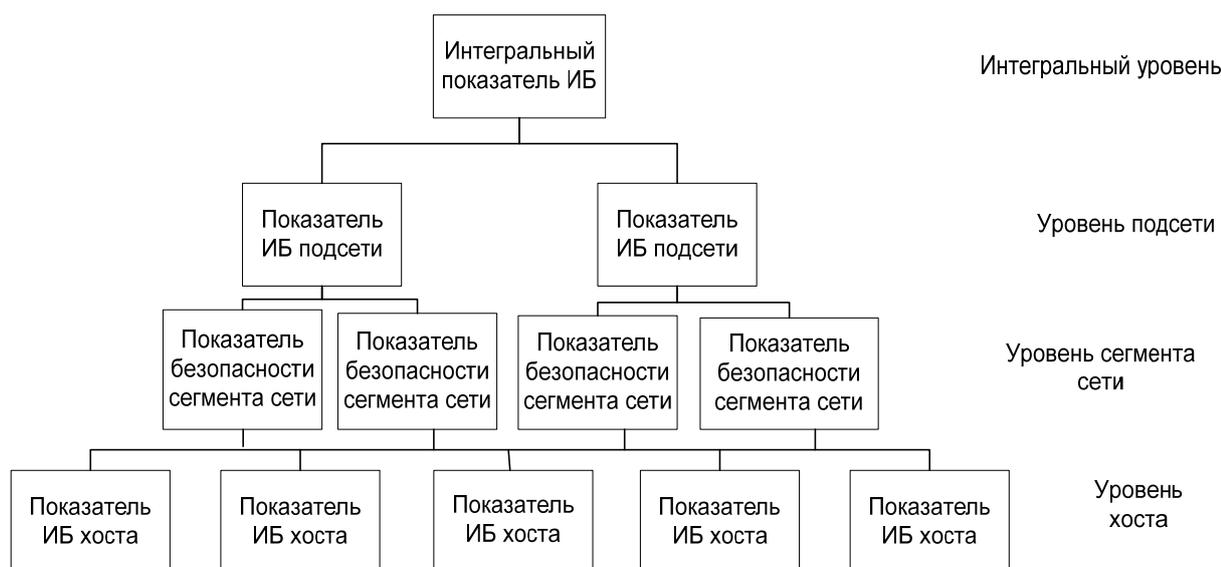


Рис. 2. Иерархия структуры сетевого взаимодействия [3]

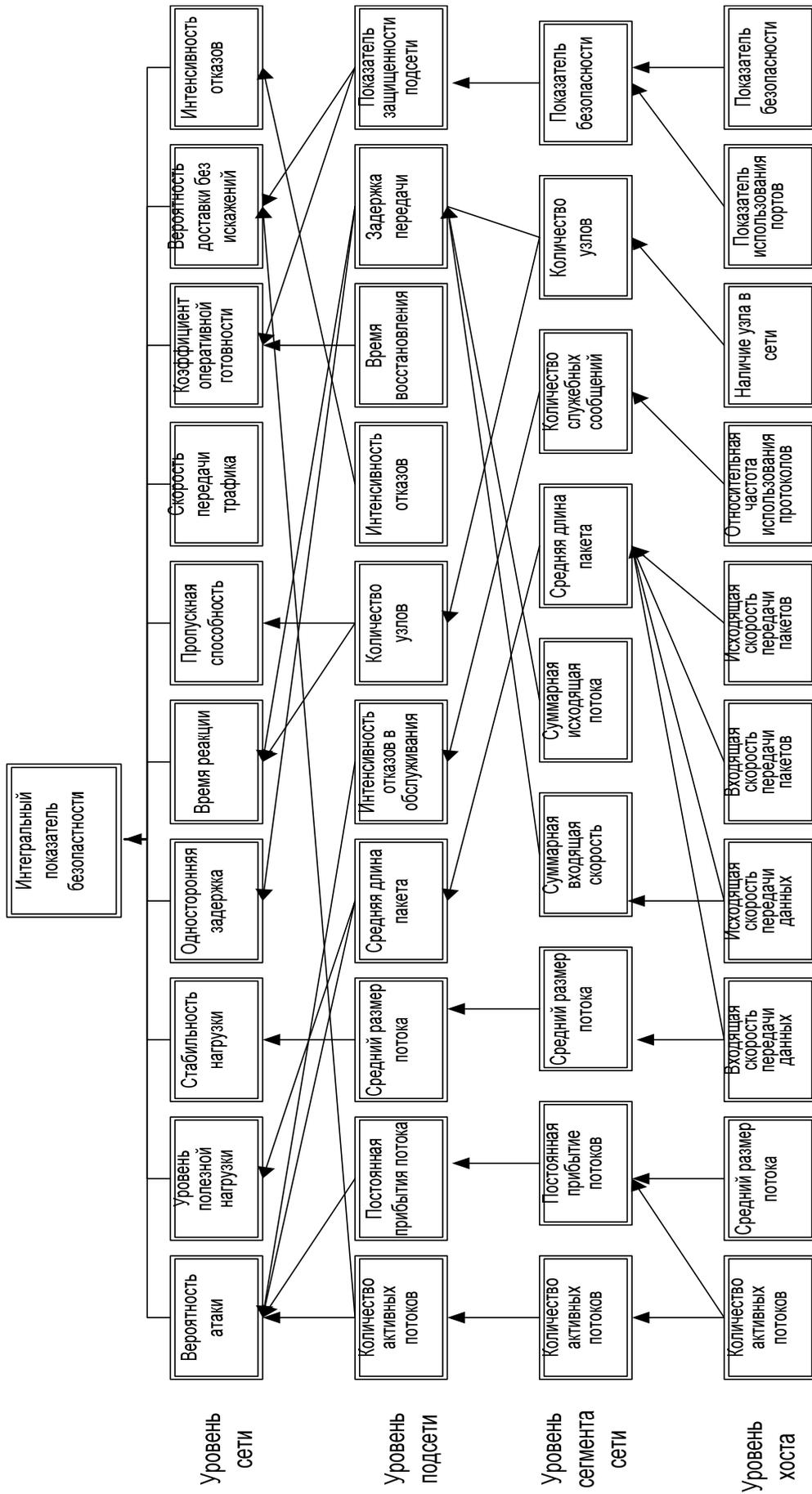


Рис. 3. Система показателей безопасности сети

Измерения, производимые в подсети, в совокупности с IP-адресом конечного устройства помогают выявить наиболее загруженные элементы и, сезонные составляющие конечных потребителей. Кроме того, оценка количества потоков позволяет найти узкие места в сети и в случае необходимости принять меры по увеличению пропускной способности.

Оценка показателей сети. Использование сбора статистики только в узловых точках решает проблему перегрузки сети, однако не предоставляет полную информацию о показателях безопасности в любой ее точке. Сбор статистики на каждом узле, в свою очередь, требует выделения отдельного сервера обработки статистики. Устранение этого противоречия возможно путем использования системы управления, в том числе основанной на технологии с использованием агентов, с настройкой триггера, срабатывающего при возникновении несанкционированного действия.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Применение подобного подхода позволяет осуществить процесс обнаружения аномалий с учетом быстроменяющегося сетевого трафика. Например, недостатком протоколов стека TCP/IP является то, что выявление атакующих агентов до начала и во время DDoS атаки затруднительно. Новые агенты могут вводиться по мере прекращения доступа к системе уже введенных агентов. Проблема усугубляется тем, что по составу трафика и его статистическим характеристикам атаки могут быть почти неотличимы от легитимной нагрузки. С другой стороны, при повышении легитимной нагрузки вероятность реагирования средств защиты увеличивается. Это приводит к ложным срабатываниям и невозможности доступа легитимных пользователей. Для обнаружения вторжений целесообразно осуществлять мониторинг:

- процессов или событий, их количества и типов;
- взаимосвязей между процессами/событиями;
- времени, прошедшего с начала процесса/события;
- текущих состояний процессов/событий (действующие, заблокированные, в режиме ожидания) и закончившиеся процессы/события; временных соотношений между различными состояниями процессов/событий (время пользовательского и системного процессов и время простоя).

В качестве примера рассмотрим рис. 4а, 4б, из которых видно, что в системе-жертве при наличии атаки входящий трафик за некоторый промежуток времени возрастает, а исходящий трафик – снижается или возрастает в меньшей степени. Поэтому в качестве статистической характеристики целесообразно

рассмотреть величину $IP_{traffic} = \frac{IP_{traffic_{in}}}{IP_{traffic_{out}}}$, где

$IP_{traffic_{in}}$ – объем, входящего трафика, $IP_{traffic_{out}}$ – объем исходящего трафика. Увеличение характеристики $IP_{traffic}$ свидетельствует о том, что система подвержена DDoS-атаке, динамику которой можно увидеть в штатном режиме и в режиме вторжения.

Используя указанный подход, можно представить в обобщенном виде этапы измерения параметров и оценки текущих состояний информационной безопасности сети в виде шагов.

Шаг 1. Определение критичности каждого элемента (хоста).

Шаг 2. Оценка текущего показателя состояния хоста при помощи непосредственных измерений вектора параметров $\bar{x}_{ji} = (x_{1ji}, x_{2ji}, \dots, x_{zji})$.

Шаг 3. Определение динамики $x_{ji}(t_{i-1}, t_i)$ изменения показателя за заданный промежуток времени на заданном уровне.

Шаг 4. Вычисление тренда T_i показателя $x_{ji}(t_i)$ для устранения высокочастотных шумов $\xi(t_i)$ и случайных вариаций $e(t_i)$.

Шаг 5. Проверка критериев отклонения от штатного функционирования путем оценки отклонений от тренда $T(t_{i-1}, t_i)$.

Шаг 6. Принятие решения о наличии нештатной ситуации $s(t) = (f(x_{ji}(t_{i-1}, t_i), T(t_{i-1}, t_i)))$, при наличии – переход к шагу 7, в противном случае – к шагу 1.

Шаг 7. Классификация нештатной ситуации согласно величине отклонения $T(t_{i-1}, t_i)$.

Шаг 8. Формирование управляющего воздействия $u_i(t_{i-1}, t_i)$ согласно изменениям группы параметров $g(t) = f(\bar{x}(t_{i-1}, t_i), \bar{u}(t_{i-1}, t_i), \bar{T}(t_{i-1}, t_i))$.

Наблюдение за изменением значений параметров с течением времени позволяет получать временные ряды, отражающие динамику состояний информационной безопасности в зависимости от размеров сети. Для построения временных рядов анализу могут подвергаться десятки и сотни параметров различных устройств. Следующим шагом является формирование параметров по каждому показателю и построение прогноза, что требует больших временных ресурсов и осложняется необходимостью учета отклонений показателя от среднего значения [10].

Построение прогноза для оценки отклонений по анализу пороговых значений не всегда решает задачу выявления аномального поведения на множестве временных рядов. Это связано с тем, что текущее значение показателя, не входящего в интервал допустимых значений, не всегда приводит к появлению отклонения. Например, наличие всплеска с последующим провалом ниже среднего уровня может быть пропущено системой мониторинга. В связи с этим характеристики сетевой активности в течение длительного времени при изменяющихся динамически параметрах не позволяют строить точные долгосрочные прогнозы. Альтернативным способом является использование методов краткосрочного прогнозирования с учетом времени полураспада и старения информации о параметрах измеряемых величин. Все это приводит к необходимости учета горизонта прогноза и применения адекватных методов прогнозиро-

вания информационных систем (ИС). В литературе по прогнозированию традиционно представлены модели для выявления таких аспектов функционирования ИС как аномалии поведения, атаки, узкие места (нарушения сетевого трафика), оценки качества обслуживания.

При прогнозировании сетевой активности применимы методы краткосрочного прогнозирования, так как атака достигает максимальной мощности в скором времени после её возникновения. Необходимо учитывать, что информационный поток является изменчивым и не имеет постоянного распределения. Это приводит к ограничению перечня статистических методов, применяемых при обработке данных, характеризующих интенсивность трафика.

Кроме этого в связи периодическим обновлением технологий передачи данных, в том числе и изменением протоколов их передачи, происходит изменение статистических характеристик. Подобный подход позволяет осуществить прогнозирование показателей сети на различных уровнях сетевой безопасности, для этого:

1) исходный ряд полученных данных сетевого трафика $Y_i, 1 \leq i \leq n$ разбивается на два интервала: опорный ряд ($1 \leq i \leq t$) и проверочный ряд ($t+1 \leq i \leq n$);

2) на основании выбранного горизонта прогноза h_1, \dots, h_n и метода прогнозирования, на вход которому подаются параметры опорного ряда, достраивается спрогнозированный ряд $\hat{Y}_i, t+1 \leq i \leq m, m=t+h \leq n$ (считается, что $\hat{Y}_i = Y_i$ при $i \leq t$);

3) производится расчет среднеквадратичного отклонения на элементах проверочного ряда

$$\sigma(\alpha, \beta, \gamma) = \sqrt{\frac{1}{h} \sum_{i=t+1}^{t+h} (Y_i - \hat{Y}_i)^2}, \text{ где } \alpha, \beta, \gamma - \text{коэффициенты сглаживания};$$

4) с помощью моделирования различных параметров определяется дискретная функция $\sigma(\alpha, \beta, \gamma)$ и находится её минимум, который будет соответствовать оптимальному набору параметров для данной модели и горизонта прогнозирования.

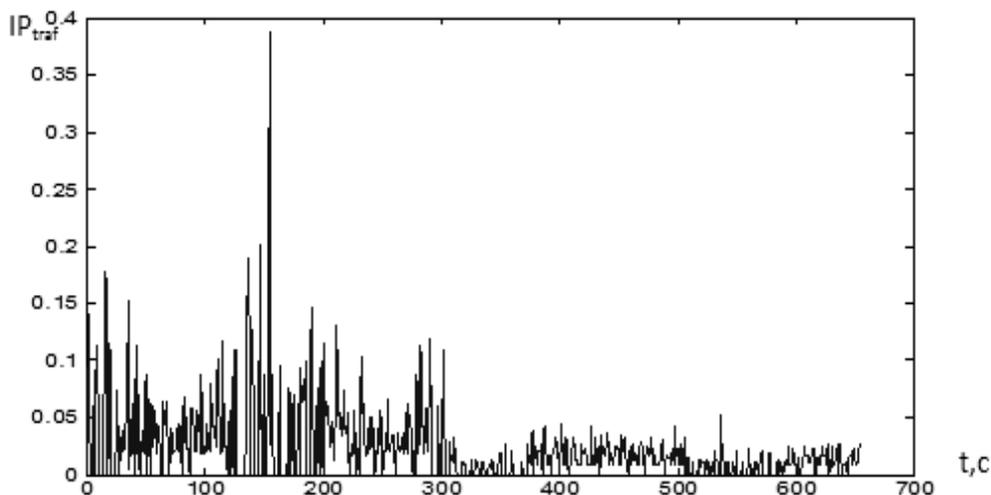


Рис. 4а. Динамика изменений значения $IP_{traffic}$ без атаки

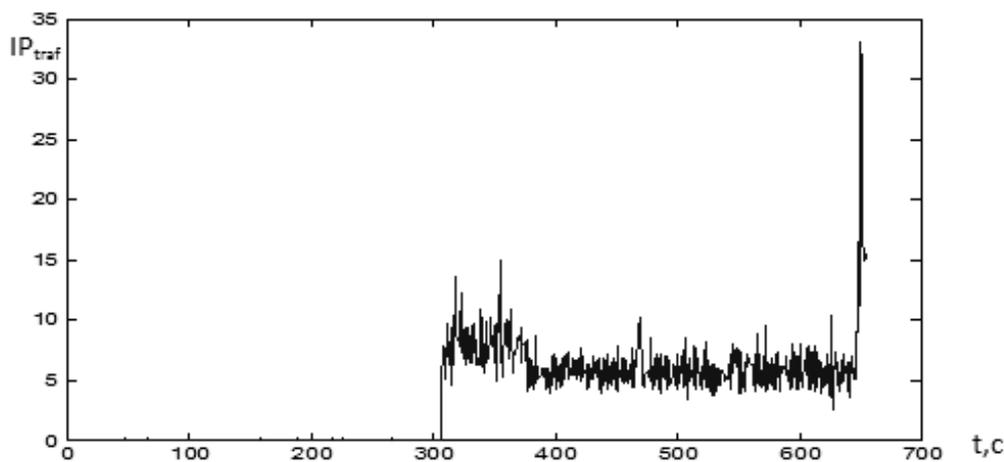


Рис. 4б. Динамика изменений значения $IP_{traffic}$ с атакой

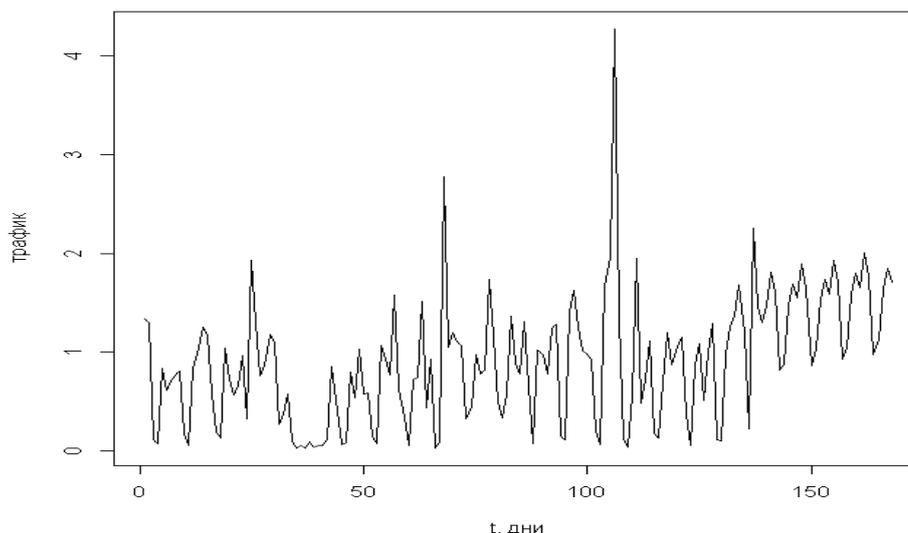


Рис. 5. Пример построения аддитивной модели прогноза сетевого трафика

Таким образом, прогнозирование характеризуется: исходным рядом; временным интервалом; моделью и параметрами прогнозирования; длиной опорного ряда (используемым объемом накопленной статистики); горизонтом прогнозирования. В качестве примера можно привести аддитивную модель прогноза, представленную на рис. 5, которая даёт низкие значения ошибки на рассматриваемых горизонтах прогнозирования (от нескольких минут до недели). При этом минимальные значения ошибки достигаются в области $\gamma = 0$, что предполагает постоянство сезонного профиля.

Всё перечисленное приводит к необходимости своевременной оценки результатов прогноза для обоснования мероприятий по обеспечению безопасности на основании полученных ранее прогнозов. Поясним некоторые особенности прогнозирования состояний информационной безопасности сети предприятия. Такое прогнозирование предусматривает:

- а) выбор метода построения прогноза;
- б) выбор горизонта прогноза;
- в) оценивание флуктуаций показателей по выбранному методу прогноза на заданный момент времени: $\Delta Y = Y_{i+1} - Y_i$, где Y_{i+1} – прогнозируемый ряд, Y_i – исходный ряд;

г) определение функции перехода из одного состояния в другое путем наблюдений за $\bar{x}(t_i, t_{i+1})$, $\bar{u}(t_i, t_{i+1})$, $\bar{s}(t_i, t_{i+1})$ с помощью накопленной статистики или при применении методов прогнозирования. Это позволяет по наблюдаемым значениям на заданном интервале времени осуществить управляющее внешнее воздействие на информационную систему предприятия с обеспечением мероприятий по защите.

Использование прогнозных значений показателей (характеристик) сетевого взаимодействия позволяет своевременно обосновывать целесообразные меро-

приятия и с их учетом оценивать потенциальную информационную безопасность (ИБ). Получение интересующих оценок эффективности мероприятий ИБ позволяет выбрать целесообразные мероприятия из заданного перечня. Обоснование целесообразности мероприятий обеспечения безопасности в анализируемом алгоритме управления ИБ основывается на результатах прогноза. Такое обоснование осуществляется подсистемой управления за счет достижения максимального результата защиты при минимальных затратах и определяется масштабом и ресурсоемкостью сети, необходимостью применения однотипных технологий и средств защиты при проведении мероприятий по обеспечению защиты информации. К основным этапам обоснования мероприятий относятся:

- анализ текущего состояния информационной безопасности на защищаемых участках, в том числе с оценкой существующей информационной системы, модели нарушителя; оценки защищаемых ресурсов и информации; уточнение или пересмотр целей защиты информации, условий их достижения;
- разработка моделей защищаемого процесса с учетом того или иного набора мероприятий, позволяющих обеспечить заданный уровень безопасности информационной системы;
- выработка условий оценивания эффективности мероприятий ИБ информационной системы (требований к обобщенным показателям, ограничений по времени оценки и выполнения мероприятия и т.д.);
- в случае несоответствия эффективности мероприятий безопасности ИС – разработка адекватной оптимизационной модели ИБ. Поиск экстремума основного показателя эффективности на заданном наборе альтернативных мероприятий, удовлетворяющих условиям задачи. Принятие в качестве целесообразного мероприятия, при котором достигнут экстремум целевой функции.

Выполнение этих позволяет разработать методы поиска целесообразных мероприятий как мониторинга, так и управляющих воздействий, а также обосновать практические мероприятия по повышению информационной безопасности предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов по оценке сетевой безопасности предприятий продемонстрировал необходимость введения системы показателей, отражающих на каждом уровне сети предприятия динамику изменения характеристик, к основным требованиям при отборе которых относятся возможность их численной оценки и простота измерения и обработки в быстро изменяющихся условиях производственного цикла. Показано, что в интересах совершенствования защиты единого информационного пространства предприятий целесообразно внедрение совокупности взаимосвязанных показателей безопасности, позволяющих оценивать динамику сетевого взаимодействия. По аналогии с представленной многоуровневой системой показателей могут быть разработаны другие системы, свойственные различным автоматизированным технологическим процессам. Полученные результаты моделирования мониторинга сети позволяют определять наиболее уязвимые элементы и в критически важных технологических процессах предпринимать целесообразные действия по защите от возможных угроз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милославская Н.Г., Сагиров Р.А. Обзор моделей зрелости процессов управления информационной безопасностью // Безопасность информационных технологий. – 2015. – № 2. – С. 76-84.
2. Бойченко О.В. Мамутов Э.Э. Формирование системы экономической безопасности предприятия. Проблемы информационной безопасности // Труды III Международной научно-практической конференции (Симферополь-Гурзуф, 16-18 февраля 2017 г.). – Симферополь: ИП Зуева Т. Б., 2017. – С. 30-31.
3. Воробьев В.И., Левоневский Д.К., Фаткиева Р.Р. Подход к управлению информационной безопасностью комплексных компьютерных сетей//Международная конференция по

мягким вычислениям и измерениям. 2016. Т. 1. – СПб: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ", 2016. – С. 359-361

4. Милославская Н.Г., Махмудова А.Т. Актуальные вопросы использования технологии больших данных в мониторинге информационной безопасности сети // Безопасность информационных технологий. – 2015. – № 2. – С. 68-75.
5. Левоневский Д.К., Фаткиева Р.Р. Исследование комбинированных атак класса «отказ в обслуживании» // Труды СПИИРАН. – 2014. – Вып. 32. – С. 199-209
6. Shan C., Jiang B., Xue J., Guan F., Xiao N. An Approach for Internal Network Security Metric Based on Attack Probability // Security and Communication Networks. – 2018. – Article № 3652170. DOI: 10.1155/2018/3652170
7. Hu C. Calculation of the Behavior Utility of a Network System: Conception and Principle // Engineering. – 2018. – Vol. 4(1). – P. 78-84
8. Weintraub E., Cohen Y. Defining network exposure metrics in security risk scoring models // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2018. – Vol. 9(4). – P. 399-404.
9. Левоневский Д.К., Пичугин Ю.А., Фаткиева Р.Р. Оценка спектральных характеристик трафика в задаче обнаружения компьютерных атак различного типа // Труды СПИИРАН. – 2013. – №30. – С. 56–64.
10. Фаткиева Р.Р., Левоневский Д.К. Агрегация и визуализация событий систем обнаружения вторжений в распределённых системах // I международная конференция «Проблемы информационной безопасности». – Гурзуф. – Саки: ИП Бровко А.А., 2015. – С. 96–98.

Материал поступил в редакцию 28.05.19

Сведения об авторе

ФАТКИЕВА Роза Равильевна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории информационно-вычислительных систем и технологий программирования Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
e-mail: rikki2@yandex.ru

П.А. Калачихин

Сопоставление результатов исследований по научным сообществам*

Изучены вопросы нормализации наукометрических показателей публикационного уровня. Формализован комплексный подход к оценке результатов исследований. Рассмотрены сходства и различия профессиональных и научных сообществ. Введено понятие профессионального научного сообщества. Выделены локальные и сетевые подтипы научных сообществ. Разработана методика получения нормализованных как по локальным, так и по сетевым научным сообществам значений наукометрических показателей, отличительная особенность которых – использование лингвистических переменных и продукционных правил нечеткой логики. Осуществлена апробация предложенной методики на примере из наукометрической базы данных.

Ключевые слова: альтметрики, библиометрические индикаторы, наукометрические платформы, научное сообщество, профессиональное сообщество, сетевое сообщество

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобальных мировых процессов научные центры рассредоточены и финансируются неравномерно. Существует ощутимая разница в затратах на финансирование научных исследований в границах отдельно взятых государств, например, в ведущих научных державах и развивающихся странах. Отсюда следует значительное различие уровней научного потенциала в разных точках земного шара. Для того чтобы снивелировать влияние данного фактора на развитие науки, при проведении сравнительного анализа результатов научных исследований в дополнение к абсолютным показателям уровня развития науки применяют такие относительные индикаторы, как доля затрат на науку в валовом внутреннем продукте. Нормирование показателей оценки результатов научных исследований позволяет их объективно сравнивать.

Характерный тренд для современной науки – её интернациональность. Появляются новые международные проекты, а также проекты, выполненные с иностранной поддержкой. И если ранее помимо научно-образовательной организации визитной карточкой публикации считалось государство, в котором проводилось исследование, то сегодня, хотя страновая принадлежность по-прежнему имеет большее значение, постепенно формируются новые критерии. К их числу относится принадлежность авторов ис-

следования тому или иному сообществу (англ. *community*). Здесь понятие «сообщество» следует трактовать в самом широком смысле, вплоть до группы пользователей социальных сетей.

Достижение консенсуса о научной значимости тех или иных работ требует взаимного сопоставления результатов исследований, выполненных в средах различных и, как правило, неравнозначных в научном плане сообществ. Такое сопоставление предлагается осуществлять на основании методики, отличительная особенность которой – использование нечеткой логики и нечетких множеств. Применение этих математических средств должно обеспечивать адекватность и достоверность сопоставления результатов исследований по научным сообществам.

Предлагаемая нами методика сопоставительного анализа результатов исследований, авторы которых относятся к различным научным сообществам, имеет методологическую значимость для выборочной экспертизы научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках проведения конкурсов, составления отчетности, присуждения наград, присвоения научных званий и ученых степеней.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Двадцатый век характеризуется развитием метрических наук, к которым относится и наукометрия. Недавние разработки в этой области включают викиметрию, альтметрию, либраметрию и т.д. [1].

* Работа выполнена в рамках исследования по теме 0003-2019-0001 Госзадания ВИНТИ РАН

В настоящее время в связи с запросами со стороны государственного аппарата, различных его структур и ведомств, отвечающих за состояние отечественной науки, активный импульс развития получила область наукометрии, исследующая экономические аспекты научной деятельности.

Финансирование научных исследований требует совершенствования наукометрических методов и критериев для проведения экспертизы результатов научных исследований. Такие критерии должны позволять оценивать эффективность расходования средств, выделенных на финансирование науки.

Финансовый подход к оценке результатов научных исследований подразумевает:

$$\frac{In}{C} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где In – доход (англ. *income*), C – затраты (англ. *costs*).

Однако многие, непосредственно вовлеченные в научную деятельность эксперты, руководствуются библиометрическим подходом:

$$\begin{cases} NP \rightarrow \max \\ NC \rightarrow \max \end{cases}, \quad (2)$$

где NP – количество публикаций (англ. *number of publication*), NC – количество цитирований (англ. *number of citing*).

В свою очередь, критики «чистой» библиометрии предлагают иначе оценивать результаты научных исследований:

$$QR \rightarrow \max, \quad (3)$$

где QR – качество исследований (англ. *quality of researches*).

Инвесторы же, как правило, руководствуются инновационными соображениями к оценке результатов научных исследований:

$$IP \rightarrow \max, \quad (4)$$

где IP – инновационный потенциал (англ. *innovation potential*).

Таким образом, при оценке результатов научной деятельности для управленцев важны одни показатели, для самих исследователей – другие, поэтому целесообразно использовать комплексный подход, суть которого может быть выражена следующим образом:

$$Im \rightarrow \max, \quad (5)$$

где Im – импакт (англ. *impact*).

В формуле (5) под *импактом* следует понимать совокупный полученный эффект в результате произведенного влияния или воздействия на различные сферы жизни.

Почему статистические показатели не работают при оценке результативности научных исследований? Как правило, это макроуровневые показатели, которые не годятся для оценки менее крупных объектов [2-5].

Некоторые авторы для каждого направления предлагают использовать свои наукометрические базы данных, нормативы цитирований, в том числе по времени. Эти индикаторы можно применять для сравнения схожих объектов оценки в более или менее похожих областях. Приведение величины показателя к значению в пределах заданного диапазона осуществляется при помощи преобразования, которое обычно называют нормированием (нормировкой) или нормализацией. Нормализованные индикаторы могут использоваться, чтобы выявить, показывает ли объект результат выше или ниже среднего уровня в соответствующих областях [6]. Недостаток нормализованных индикаторов заключается в том, что они предполагают ведение специальных таблиц, которые нуждаются в регулярном пересмотре.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ, ОРГАНИЗАЦИЙ И ЖУРНАЛОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ НАУЧНЫМ СООБЩЕСТВОМ

Под профессиональным сообществом следует понимать такое объединение, которое исторически сложилось и институционально закрепилось как относительно независимое от общественного мнения саморегулируемое объединение профессионалов с определенным этическим кодексом или строго соблюдаемыми формальными и неформальными нормами [7]. В современном мире профессиональное сообщество – это некоммерческая негосударственная организация, объединяющая людей на основании одинаковых интересов или потребностей [8].

Научная среда – это не просто множество научных работников, в том числе с высшими достижениями в исследовательской деятельности. Это и научные фонды, финансирующие исследовательские проекты, и специализированные издания, которые следует рассматривать как арсенал возможностей для трансляции научным работником результатов собственных исследований. Диагностировать включенность научного работника в научное сообщество возможно на основе анализа его публикационной активности. Использование научным работником потенциала социальной среды является необходимым условием продуктивной исследовательской деятельности и получения доброкачественных научных результатов [9].

Профессиональное сообщество может быть неформальным, но только до известной степени, так как им не может называться обычная аудитория читателей научной литературы, а также пользователей электронных научных библиотек и наукометрических баз данных. На современном этапе развития науки профессиональное сообщество по-прежнему является элитой, включающей узкий круг лиц, от которых непосредственно зависит программное, финансовое и правовое обеспечение политики государства в научной сфере [10]. Например, это различные экспертные группы и комиссии, в том числе:

- отечественная Высшая аттестационная комиссия;
- свободные ассоциации (наподобие Российской ассоциации искусственного интеллекта – РАИИ);

- национальные научные сообщества и организации (такие как Лондонское королевское общество по развитию знаний о природе);

- экспертные мега-группы.

Именно так в 2007 г. был инициирован проект «Корпус экспертов по естественным наукам» для продвижения использования библиометрических показателей как частного инструмента в продуманной системе поиска и выбора научных экспертов, организации оценок и конкурсных процедур [11].

Представляется более целесообразным разделять профессиональное и экспертное научные сообщества, хотя где-то они могут объединяться или пересекаться. В последнем случае следует говорить о *профессиональном научном сообществе*. Признание исследователя участником профессионального научного сообщества может выражаться в виде стимулирования и иметь форму:

- назначения дополнительной стипендии;
- выбора в члены-корреспонденты Академии наук;
- присуждения государственных и международных наград;
- присвоения почетных должностей, званий и т. п.

Альтернативными метриками (альтметриками) называют нетрадиционные наукометрические индикаторы, которые оцениваются на базе функциональных возможностей *web*-платформ. Основанные на социальных сетях индикаторы обычных альтметрик и производные от них показатели не могут и не должны расцениваться как мнение профессионального научного сообщества. Вокруг вопросов об использовании альтметрик для определения меры социального влияния академической информации был сформирован исследовательский фронт. Другими словами, альтметрики стали актуальной темой, публици по которой активно цитируются [12].

Привлекательность применения инструментов альтметрик на управленческом уровне обусловлена возможностью учета социального эффекта результатов научных исследований и популяризации научного знания среди широкой общественности [13].

Перечислим основные генераторы альтметрик:

- *Altmetric* – сервис, который предлагает как платные услуги корпоративным подписчикам, так и бесплатные для отдельных пользователей;

- *Impactstory* – бесплатный сервис для отдельных ученых, собирающий информацию в *Google Scholar*, *ORCID*, *Figshare* и *GitHub*;

- *Plum Analytics* – сервис, где представлен наиболее широкий набор как объектов оценки, так и альтметрик [14].

Необходимо отметить, что наградами отмечаются не только исследователи – авторы работ, но и конкретные результаты научных исследований, научные достижения, начиная от заявок, прошедших конкурсный отбор, и заканчивая открытиями, удостоенными Нобелевской премии. При этом имеет значение, в какой организации работал тот или иной исследователь, какую страну представлял и т.п. Соответственно, подсчитывается статистика по организациям,

странам и другим сводным признакам. При этом всевозможные премии, награды, регалии не равнозначны. Так, в Российской Федерации докторская степень ценится выше степени кандидата наук, денежные выплаты в виде премий, наград, стипендий различаются по размеру. Несмотря на то, что большинство исследований имеет источник финансирования, далеко не каждый результат получает особое признание в виде наград, премий и т.п. По всей видимости, профессиональное сообщество не способно отреагировать на все публикации, изданные в той или иной области в течение определенного промежутка времени.

Исследователи используют импакт-факторы журналов в качестве инструментов, чтобы при планировании публикации оценивать вероятность получения выгоды от размещения её в журнале с высоким импакт-фактором без риска отклонения [15].

Так называемая «серая» научная литература транслирует некоторую часть знания, которая не просто комплементарна по отношению к международным журналам, а обладает самостоятельной ценностью. Содержание «серой» литературы находит путь в основной поток знания через второстепенные и узкоспециальные источники, а также через новые поисковые методы, порожденные компьютерными технологиями [16]. Некоторые из исследований, опубликованных в «серой» литературе, все же вызывают общественный резонанс, который можно отследить с помощью альтметрик.

Рейтинг *Altmetric Attention Score* – наукометрической платформы *ResearchGate* рассчитывается по автоматизированному алгоритму и представляет собой взвешенную сумму количества упоминаний результата исследований. Этот рейтинг полезен тем, что дает возможность оценивать результаты исследований на основании внимания к ним, но при этом не позволяет что-либо сказать о качестве результатов, хотя связанные с ним обсуждения и могут в этом помочь [17].

Из-за разнородности групп пользователей социальных сетей альтметрики оценивают социальную, прикладную либо образовательную значимость публикации, но не фундаментальную [18].

Все остальные результаты исследований только рецензируются и упоминаются в отчетах о проделанных научно-исследовательских работах. По всей видимости, такие результаты составляют большинство, однако их значимость тоже необходимо как-то оценивать, используя наукометрические показатели, такие как хиршеподобные индикаторы цитирований, а также производные от них показатели [19].

МЕТОДИКА СОПОСТАВИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метаданные результата научной работы детализируются в соответствии с областью науки и форматом исследований. Области науки группируются согласно классификатору, встроенному в наукометрическую платформу. Существуют разные способы систематизации наук, но выбрать среди них единый общепринятый профессиональным научным сообществом стандарт проблематично. Формат исследований – это вид результата интеллектуальной деятельности, поддерживаемый наукометрической платформой. Ре-

зультат исследования может иметь вид публикации с конкретизацией по существующим подвидам, быть патентом, а также принимать иной вид в зависимости от возможностей платформы, структуры базы данных и ее наполнения.

Внешняя среда, в которой в силу обстоятельств приходится действовать исследователю, в значительной мере оказывает влияние на выбор сообщества. Это может быть та или иная научная школа, локализованная в определенном месте, или некая инфраструктура, создающая возможности для эффективной научной деятельности на определенной территории. Помимо географического местоположения сообщества может располагаться по сетевому адресу какого-либо ресурса, предоставляющего сервисы для научной деятельности, например, по сетевому адресу наукометрических платформ, функционирующих по принципу «Web 2.0» (Наука 2.0). Исследователи начинают осваивать *wiki*, блоги и другие технологии Web 2.0, выходя за рамки привычного опыта научной работы [20]. Научный вклад исследования выражается через оценку значимости полученных результатов с учетом поправок на среду, в которой эти исследования производились. Таким образом, характеристики научного сообщества могут определяться заданием области науки и неким адресом в виде географических координат или электронной ссылки.

Введем дополнительное измерение z – отношение к тому или иному научному сообществу, в качестве границ которого могут быть приняты любые показатели – логические, упорядоченные списки и т.п. Для оценки результатов научных исследований задается универсальное множество R всех существующих показателей, оснащенное методиками выполнения вычислений, описанием требований к форматам входных и выходных данных, а также другой пояснительной информацией.

Удобнее использовать локальные сообщества Z_{geo} , построенные по географическому принципу: город – область – страна. В условиях информационного общества научная деятельность выходит за границы одного государства, часто становясь международной. Наибольшие шансы получить высокую оценку профессионального сообщества имеют статьи, опубликованные в соавторстве с представителями международного научного коллектива [21].

Локальное научное сообщество, как правило, представлено множеством исследователей, аффиляция (англ. *affiliation*) публикаций которых указывает на один и тот же населенный пункт или территориальный субъект. В эпоху развития научных коммуникаций локальное сообщество Z_{geo} может подменяться «сетевым сообществом» Z_{net} , т.е. объединенной общими интересами группой пользователей веб-ресурса, наделенного необходимым функционалом для социальной коммуникации. Сетевое научное сообщество – это объединение пользователей веб-ресурса, выстроенного в соответствии с концепцией Web 2.0 и идеологией Наука 2.0. Исследователи могут общаться на основе политических,

моральных, культурных, экономических или иных интересов [22].

Выборанный в качестве базового показателя $r \in R$ может быть самым разным. Однако надо понимать, какие объекты подлежат оценке. В данном случае оцениваются результаты научных исследований, т.е. публикации. Возможно построение показателей R на основании ранжирования по библиометрическим индикаторам (для локальных сообществ), альтметрикам (для сетевых сообществ) и всевозможным производным от них показателям, что достаточно широко изучено и отражено в литературе по наукометрии [23]. Если добавить к ним некие «выравнивающие» («нормирующие», «нормализующие») поправки, то получится новый показатель r^* , на основе которого можно делать выводы о результативности исследования по отношению к уровню ближнего научного сообщества.

Методику сопоставления наукометрических показателей по научным сообществам будем строить, руководствуясь схемой, отображенной на рис. 1, начиная с нижних элементов.

Предлагаем вычислять отклонения значений показателей результата научных исследований от среднего значения этого показателя по научному сообществу z :

$$\Delta = r - r_z, \quad (6)$$

где Δ – отклонение базового показателя; r – значение базового показателя относительно результата исследований; r_z – среднее значение базового показателя r по научному сообществу z .

При этом неважно, построено ли научное сообщество по географическому принципу или оно виртуально. Отклонение может быть положительным ($\Delta > 0$) или отрицательным ($\Delta < 0$), т.е. в лучшую или худшую сторону.

Ближних научных сообществ может быть несколько. Если рассматривать научные сообщества как множество присоединившихся к нему индивидуумов, то возможно пересечение этих сообществ. Кроме того, в некоторых случаях одно сообщество может быть вложено в другое, что обозначается знаком \subset . В связи с тем, что научные сообщества связаны между собой, их необходимо как-то объединять.

В частности, сообщество «части света» z_{pow} представлено вложенными страновыми z_{count} , областными z_{reg} и городскими z_{city} сообществами, при этом $z_{city} \subset z_{reg} \subset z_{count} \subset z_{pow}$. В свою очередь, сетевое сообщество z_{soc} всех пользователей социальной научной сети включает ограниченные группы пользователей z_{com} по интересам для данного ресурса и $z_{com} \subset z_{soc}$.

С помощью математического аппарата нечетких множеств возможно формально определять неточные и многозначные понятия. В теории нечетких множеств существует понятие лингвистической переменной, введенное Лотфи А. Заде (*Lotfi Askar Zadeh*). Ее значениями слова либо предложения естественного языка, содержащие нечеткие значения [24].

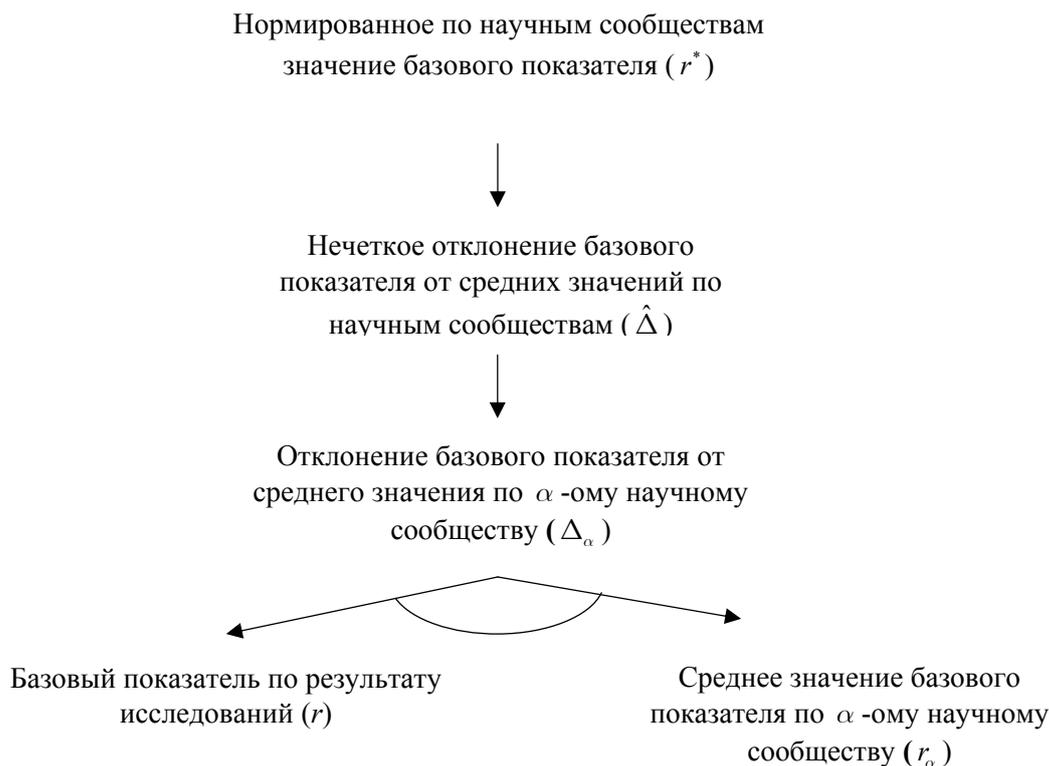


Рис. 1. Дерево целей сопоставления показателей по научным сообществам

Шкала оценки лингвистической переменной $\hat{\Delta}$ отклонения значения наукометрического показателя r от среднего уровня r_z по сообществу z в общем виде состоит из n уровней:

$$\hat{\Delta} = \{A_1 CF_{A_1}, A_2 CF_{A_2}, \dots, A_n CF_{A_n}\}, \quad (7)$$

где A_i – наименование i -й шкалы оценки; CF_{A_i} – фактор уверенности принадлежности к i -й шкале оценки лингвистической переменной отклонения наукометрического показателя r от среднего уровня r_z для сообщества z ; $i = 1, \dots, n$.

Для того чтобы получить лингвистическую переменную $\hat{\Delta}$, вначале отклонения Δ_z по z -м сообществам фаззифицируются в лингвистические переменные:

$$\hat{\Delta}_z = \begin{cases} \Delta_z \geq 0, \varphi_+(\Delta_z) \\ \Delta_z < 0, \varphi_-(\Delta_z) \end{cases}, \quad (8)$$

где $\hat{\Delta}_z$ – лингвистическая переменная отклонения наукометрического показателя r от среднего значения r_z по сообществу z ; Δ_z – отклонение наукометрического показателя r от среднего значения r_z по сообществу z ; φ_+ и φ_- – преобразования фаззификации (англ. *fuzzification*).

Фаззификация φ осуществляется на основании продукционных правил:

$$\begin{aligned} &\text{IF } \Delta_z \geq p_i \wedge \Delta_z < p_{i+1}, \\ &\text{THEN } \hat{\Delta}_z = \{A_i \mu_i(\Delta_z), A_{i+1} \mu_{i+1}(\Delta_z)\}, \end{aligned}$$

где функции принадлежности μ_i имеют треугольный вид. Помимо этого, продукционные правила могут выглядеть как:

$$\text{IF } \Delta_z > p_n, \text{ THEN } \hat{\Delta}_z = \{A_n CF^{\max}\}.$$

При этом для лингвистической переменной, оцениваемой по n шкалам, необходимо задать n параметров p_1, p_2, \dots, p_n (по умолчанию полагая, что $p_0 = 0$), которые выступают границами интервалов в диаграммах фаззификации, что видно на рис. 2 и 3. Таким образом, для границ интервалов $p_1^+, p_2^+, \dots, p_n^+, p_{+\infty}^+, p_1^-, p_2^-, \dots, p_n^-, p_{-\infty}^-$ получаем $(n_++1) + (n_-+1) = n_+ + n_- + 2$ продукционных правил нечеткой логики.

Положительным значениям Δ соответствует преобразование фаззификации φ_+ , заданное в положительную сторону.

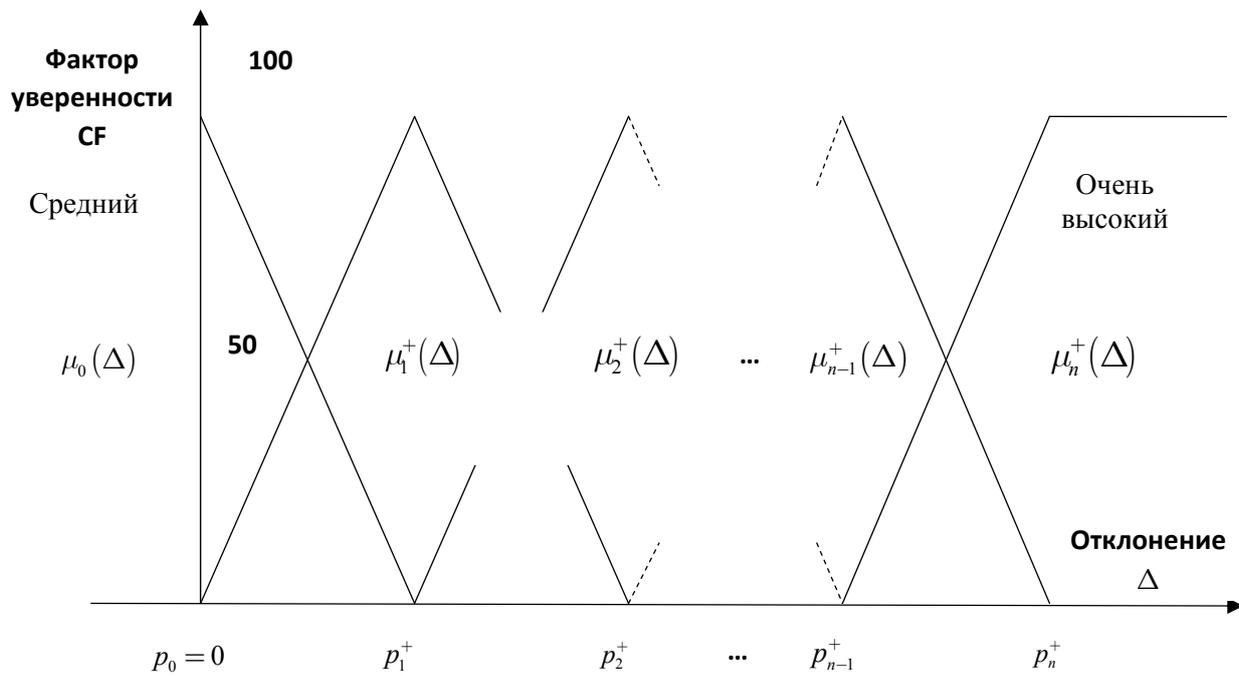


Рис. 2. Диаграмма фаззификации для преобразования φ_+

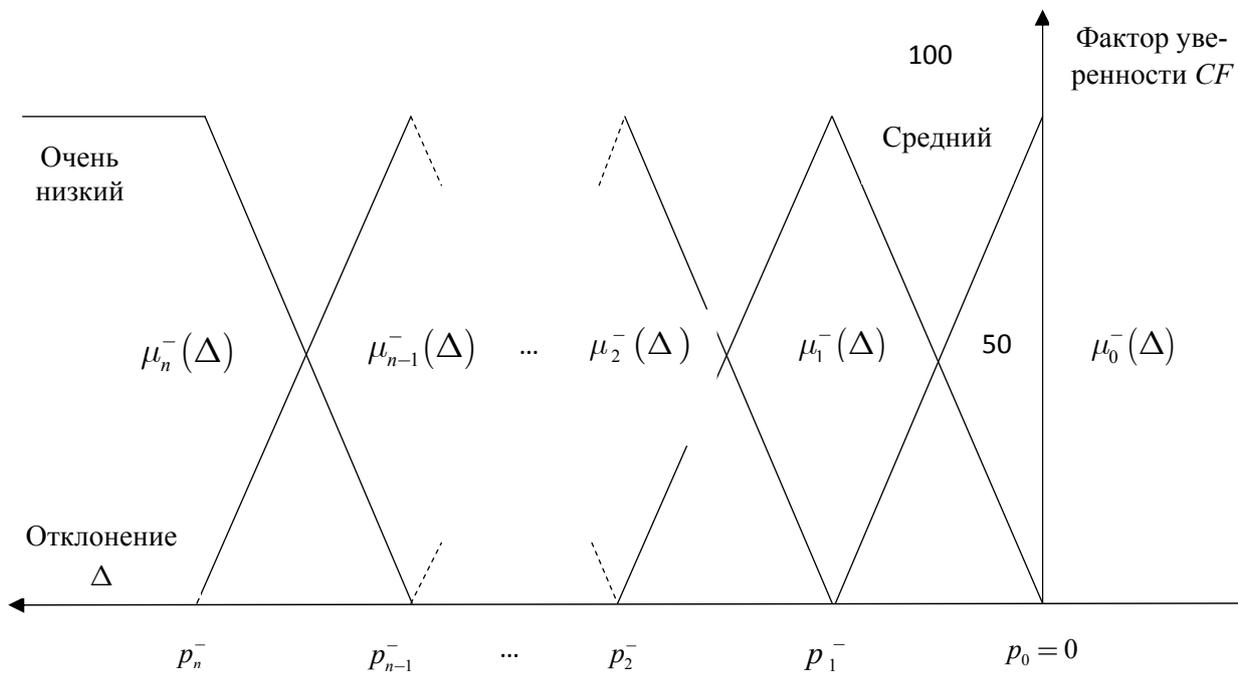


Рис. 3. Диаграмма фаззификации для преобразования φ_-

Для получения границ p_i^+ интервалов диаграммы фаззификации на рис. 2 возможно использовать универсальную формулу:

$$p_i^+ = d^{i-1}, \quad (9)$$

где p_i^+ – i -я граница интервала диаграммы фаззификации в положительную сторону; $d \in \mathbb{N}$; $i = 1, \dots, n_+$.

Таким образом, на выходе преобразования φ_+ получаем следующую лингвистическую переменную:

$$\varphi_+(\Delta_z) = \{ \dots, A_0 \mu_0(\Delta_z), A_1 \mu_1(\Delta_z), A_2 \mu_2(\Delta_z), \dots, A_n \mu_n(\Delta_z) \}, \quad (10)$$

где φ_+ – преобразование фаззификации в положительную сторону; Δ_z – отклонение базового показателя от среднего значения по сообществу z ; A_i – i -й уровень шкалы значений лингвистической переменной; μ_i – функция принадлежности i -му уровню значений лингвистической переменной; n_+ – количество интервалов на диаграмме фаззификации преобразования φ_+ ; $i = 0, \dots, n_+$.

Отрицательным значениям Δ соответствует преобразование φ_- , заданное в отрицательную сторону. Соответственно, для получения границ p_i^- интервалов диаграммы фаззификации на рис. 3 можно использовать универсальную формулу:

$$p_i^- = -d^{i-1}, \quad (11)$$

где p_i^- – i -я граница интервала диаграммы фаззификации в отрицательную сторону; $d \in \mathbb{N}$; $i = 1, \dots, n_-$. На выходе преобразования φ_- получаем лингвистическую переменную:

$$\varphi_-(\Delta_z) = \{ A_{n_-} \mu_{n_-}(\Delta_z), A_{n_- - 1} \mu_{n_- - 1}(\Delta_z), \dots, A_0 \mu_0(\Delta_z), \dots \}, \quad (12)$$

где φ_- – преобразование фаззификации в отрицательную сторону; Δ_z – отклонение базового показателя от среднего значения по сообществу z ; A_i – i -й уровень шкалы значений лингвистической переменной; μ_i – функция принадлежности i -му уровню значений лингвистической переменной; n_- – количество интервалов на диаграмме фаззификации преобразования φ_- ; $i = 0, \dots, n_-$.

Далее происходит объединение лингвистических переменных, для чего качестве целевой функции объединения выбрана операция \otimes нечеткого умножения. Таким образом, лингвистическая переменная

$\hat{\Delta}$ может включать объединение лингвистических переменных $\hat{\Delta}_1, \hat{\Delta}_2, \dots$ вложенных сообществ z_1, z_2, \dots :

$$\hat{\Delta} = \otimes \hat{\Delta}_\alpha, \quad (13)$$

где $\hat{\Delta}$ – интегрированная лингвистическая переменная отклонения базового показателя от средних значений по научным сообществам; $\hat{\Delta}_\alpha$ – лингвистическая переменная отклонения базового показателя от среднего значения по α -му научному сообществу; \otimes – операция умножения лингвистических переменных.

Здесь операция умножения \otimes лингвистических переменных задается следующим образом:

$$\hat{X} \otimes \hat{Y} = \left\{ A_i \frac{CF_X^{A_i} \cdot CF_Y^{A_i}}{CF^{\max}} \right\}, \quad (14)$$

где \hat{X} и \hat{Y} – лингвистические переменные; \otimes – операция их умножения; A_i – i -й уровень значений лингвистической переменной; $CF_X^{A_i}$ и $CF_Y^{A_i}$ – факторы уверенности принадлежности i -му уровню значений лингвистических переменных X и Y ; CF^{\max} – максимально возможное значение фактора уверенности, как правило $CF^{\max} = 100$; $i = 1, \dots, n$.

Однако возможен результат, когда все выходные факторы CF будут равны нулю. В таком случае в виде исключения лингвистическая переменная $\hat{\Delta}$ должна включать объединение лингвистических переменных $\hat{\Delta}_1, \hat{\Delta}_2, \dots$ вложенных сообществ z_1, z_2 , при помощи критерия \min :

$$\hat{\Delta} = \min_\alpha (\hat{\Delta}_\alpha), \quad (15)$$

В формуле (15) выбран пессимистический критерий \min как наиболее рациональный.

Для лингвистических переменных \hat{A} и \hat{B} зададим отношение порядка:

$$\hat{A} > \hat{B} \Leftrightarrow \phi(\hat{A}) > \phi(\hat{B}), \quad (16)$$

где \hat{A} и \hat{B} – лингвистические переменные; ϕ – преобразование дефаззификации.

Для того чтобы повысить точность вычислений в том случае, если есть существенная разница в значениях лингвистических переменных вложенных сообществ, воспользуемся операцией *нормирования* (англ. *normalization*), обозначаемой как $\| \|$:

$$\| \hat{\Delta} \| = \| CF_1, CF_2, \dots, CF_n \| = \left\{ \frac{CF^{\max} \cdot CF_1}{\sum_i CF_i}, \frac{CF^{\max} \cdot CF_2}{\sum_i CF_i}, \dots, \frac{CF^{\max} \cdot CF_n}{\sum_i CF_i} \right\}, \quad (17)$$

где $\hat{\Delta}$ – лингвистическая переменная отклонения показателя r от средних значений r_{z_1}, r_{z_2}, \dots по вложенным в z сообществам z_1, z_2, \dots ; CF_i – фактор уверенности принадлежности i -му уровню шкалы значений лингвистической переменной, при этом CF_i принимает значение в интервале $[0, CF^{\max}]$; n – количество уровней в шкале оценки лингвистической переменной; CF^{\max} – некоторая константа, как правило $CF^{\max} = 100$; $\| \cdot \|$ – преобразование нормирования лингвистической переменной.

Дефаззификация (англ. *defuzzification*) лингвистической переменной $\hat{\Delta}$ может осуществляться различными способами, например, методами центра тяжести, медианы и центра максимумов [25].

В итоге может быть получен показатель r^* «оценки в глазах научного сообщества» z того или иного результата исследования, для определения которого необходимо осуществить нормирование и дефаззификацию:

$$r^* = \phi(\|\hat{\Delta}\|), \quad (18)$$

где r^* – нормированное по научным сообществам значение базового показателя r ; $\hat{\Delta}$ – лингвистическая переменная отклонения базового показателя r от средних значений по научным сообществам; $\| \cdot \|$ – операция нормирования лингвистической переменной; ϕ – преобразование дефаззификации лингвистической переменной.

Предлагаемая нами методика является достаточно гибкой, но достоверность результатов будет выше в том случае, если сопоставлять публикации, выпущенные в том же самом году и относящиеся к одинаковому типу научного сообщества, при том, что базовый показатель идентичен. Это позволит сделать показатель r^* со временем более устойчивым, так как по мере появления новых публикаций в этой же области даже при сохранении значения r показатель r^* оказывается подвержен изменениям.

Таким образом обеспечивается возможность сопоставлять оценки различных результатов научной деятельности в разных сообществах с поправкой на научный уровень каждого сообщества. Более того, можно сравнивать локальные и сетевые сообщества между собой. Однако это не очень прозрачная методика, так как некоторая часть исследователей может быть не знакома с теорией нечетких множеств. Помимо этого, в отношении сетевых научных сообществ разработанные методы и модели приводят к некоторым техническим трудностям, так как встроенный функционал существующих платформ для научной коммуникации, в отличие от наукометрической базы *Web Of Science*, необязательно предусматривает оценку среднего уровня показателей (в данном случае, вероятнее всего, альтметрик) в срезах сетевых сообществ пользователей.

ПРИМЕР СОПОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НАУЧНЫМ СООБЩЕСТВАМ

Для сопоставления нами были выбраны две *англоязычные* статьи по нечетким методам принятия решений (англ. *fuzzy decision making*), опубликованные в 2017 г. коллективами с участием преимущественно российских (А) и вьетнамских авторов (В). В качестве базового показателя использован библиометрический индикатор количества цитирований в наукометрической базе *Web of Science*. Оценки показателей r_A и r_B , приведенные в табл. 1, были взяты на май 2019 г.

Данные по научным сообществам берутся из сведений об авторах. Публикация относится к научному сообществу, если к данному научному сообществу относится хотя бы один из соавторов публикации. Таким образом, коллективные статьи могут относиться сразу к нескольким сообществам. Однако для упрощения вычислений будем рассматривать только те научные сообщества, к которым относится автор, указанный первым. В табл. 2 представлено среднее количество цитирований по Москве и Российской Федерации *статей* отечественных авторов на *русском* языке, вышедших в 2017 г.

Табл. 3 содержит данные о среднем количестве цитирований зарубежных публикаций, вышедших в 2017 г., по городу Ханой и стране Социалистическая Республика Вьетнам.

В табл. 4 приводятся параметры преобразования фаззификации отклонений базового показателя по научным сообществам, полученные подстановкой $d = 5$ в формулы (9) и (11).

В табл. 5 представим результаты фаззификации отклонений количества цитирований для публикации А, используя такие продукционные правила нечеткой логики, как

$$\begin{aligned} & \text{IF } \Delta_z \geq p_1^+ \wedge \Delta_z < p_2^+, \\ & \text{THEN } \hat{\Delta}_z = \left\{ \begin{array}{l} \text{Выше среднего } \mu_1(\Delta_z), \\ \text{Почти высокий } \mu_2(\Delta_z) \end{array} \right\}. \end{aligned}$$

Подставляя данные из табл. 5 в формулу (13) для публикации А получаем интегрированную лингвистическую переменную отклонения количества цитирований публикации А от средних значений по научным сообществам z_{city} и z_{count} :

$$\begin{aligned} \Delta_A &= \hat{\Delta}_{city} \otimes \hat{\Delta}_{count} = \\ &= \left\{ \begin{array}{l} \text{Выше среднего } CF = 1,035, \\ \text{Почти высокий } CF = 80,535 \end{array} \right\}. \quad (19) \end{aligned}$$

Согласно формуле (17) для публикации А нормализованный по научным сообществам показатель количества цитирований r_A^* вычисляется:

$$\begin{aligned} r_A^* &= \phi \left(\left\| \left\{ \begin{array}{l} \text{Выше среднего } CF = 1,035, \\ \text{Почти высокий } CF = 80,535 \end{array} \right\} \right\| \right) = \\ &= \phi \left(\left\{ \begin{array}{l} \text{Выше среднего } CF = 1,269, \\ \text{Почти высокий } CF = 98,731 \end{array} \right\} \right) = 0,748. \quad (20) \end{aligned}$$

Количество цитирований публикаций

Публикация	Количество цитирований
Публикация <i>A</i>	$r_A = 5$
Публикация <i>B</i>	$r_B = 3$

Таблица 2

Средние значения показателей количества цитирований публикаций по научным сообществам, сопутствующим авторам публикации *A*

Научное сообщество	Среднее количество цитирований публикаций
z_{city} (город Москва)	$r_{city} = 0,46$
z_{count} (страна Россия)	$r_{count} = 0,36$

Таблица 3

Средние значения показателей количества цитирований публикаций по научным сообществам, сопутствующим авторам публикации *B*

Научное сообщество	Среднее количество цитирований публикаций
z_{city} (город Ханой)	$r_{city} = 4,36$
z_{count} (страна Вьетнам)	$r_{count} = 4$

Таблица 4

Границы интервалов преобразования фаззификации для отклонений от среднего количества цитирований публикаций по научным сообществам

Граничная точка	Параметры фаззификации в положительную сторону	Параметры фаззификации в отрицательную сторону
$i = 1$	$p_1^+ = 1$ («Выше среднего»)	$p_1^- = -1$ («Ниже среднего»)
$i = 2$	$p_2^+ = 5$ («Почти высокий»)	$p_2^- = -5$ («Почти низкий»)
$i = 3$	$p_3^+ = 25$ («Высокий»)	$p_3^- = -25$ («Низкий»)
$i = 4$	$p_4^+ = 125$ («Очень высокий»)	$p_4^- = -125$ («Очень низкий»)

Таблица 5

Фаззификация отклонений количества цитирований публикаций от средних значений по научным сообществам, сопутствующим авторам публикации *A*

Научное сообщество	Отклонение количества цитирований публикаций от среднего значения	Лингвистическая переменная отклонения количества цитирований публикаций от среднего значения
z_{city}	$\Delta_{city} = 4,54$	$\hat{\Delta}_{city} = \{ \text{«Выше среднего» } CF = 11,5, \text{ «Почти высокий» } CF = 88,5 \}$
z_{count}	$\Delta_{count} = 4,64$	$\hat{\Delta}_{count} = \{ \text{«Выше среднего» } CF = 9, \text{ «Почти высокий» } CF = 91 \}$

Фаззификация отклонений количества цитирований публикаций от средних значений по научным сообществам, сопутствующим авторам публикации *B*

Научное сообщество	Отклонение количества цитирований публикаций от среднего значения	Лингвистическая переменная отклонения количества цитирований публикаций от среднего значения
z_{city}	$\Delta_{city} = -1,36$	$\hat{\Delta}_{city} = \{\text{«Ниже среднего» } CF = 91, \text{ «Почти низкий» } CF = 9\}$
z_{count}	$\Delta_{count} = -1$	$\hat{\Delta}_{count} = \{\text{«Ниже среднего» } CF = 100\}$

Руководствуясь теми же самыми правилами фаззификации, получаем в табл. 6 лингвистические переменные отклонений количества цитирований для публикации *B*.

Таким образом, имеем интегрированную лингвистическую переменную отклонения количества цитирований публикации *B* от средних значений по научным сообществам z_{city} и z_{count} :

$$\hat{\Delta}_B = \hat{\Delta}_{city} \otimes \hat{\Delta}_{count} = \{\text{Ниже среднего } CF = 91\}. \quad (21)$$

Соответственно, нормализованный по научным сообществам показатель количества цитирований для публикации *B* равен:

$$r_B^* = \phi(\|\{\text{Ниже среднего } CF = 91\}\|) = \phi(\{\text{Ниже среднего } CF = 100\}) = 0,375. \quad (22)$$

Из этого следует, что публикация отечественных исследователей имеет большее количество цитирований и при этом должна цениться выше, чем публикация зарубежных коллег, если учитывать соответствующие поправки для научных сообществ, к которым имеют отношение авторы публикаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формализация подходов к оценке научной деятельности позволяет объяснить выбор показателей, которые удобны при оценке результатов выполнения исследовательских работ. Весомое значение имеет и мнение профессионального научного сообщества. При этом необходимо понимать, что представляет собой каждое отдельно взятое научное сообщество, так как все они существенно различаются как по численности, так и по компетентности и могут быть не равноценны между собой, несмотря на уважение, которым практически повсеместно пользуется профессия ученого.

Сопоставление показателей результативности исследований относительно уровня научных сообществ было бы полезным осуществлять при оценке публикаций, в том числе диссертационных трудов, написанных в разных местах или в разные периоды времени. Кроме того, потребность в таком сравнении появляется при решении вопроса о составе участни-

ков конференций и других научных мероприятий, когда желательно присутствие представителей примерно одного уровня из различных локальных сообществ.

Сформулированными критериями оценки результатов исследований, научных изданий и научно-исследовательских организаций могут руководствоваться профессиональные научные сообщества. Это позволит уходить от тотального доминирования представителей наиболее авторитетных научных сообществ в достижении высших научных заслуг.

Методика сопоставительного анализа результатов научных исследований по научным сообществам открывает новые возможности для определения степени соответствия научных приоритетов России мировому научному мейнстриму, а также для осуществления мониторинга международного научного сотрудничества нашей страны по приоритетным научным направлениям, тем самым способствуя формированию эффективной системы деятельности научных организаций, возрастанию их роли в социально-экономическом развитии страны, повышению престижа отечественной науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дутта Б. Путешествие от либраметрии к альтметрии: взгляд в прошлое // Международный форум по информации. – 2015. – Т. 40, № 2. – С. 3-12.
2. Зиновьева И.В., Иноземцева С.Н., Косаренкова М.И., Маркусова В.А., Миндели Л.Э., Соломенцева О.А., Солопова М.А. Наука, технологии и инновации России: крат. стат. сб. / гл. ред. Л.Э. Миндели. – М.: ИПРАН РАН, 2017. – 116 с.
3. Варганова Т.Н., Зиновьева И.В., Иноземцева С.Н., Маркусова В.А., Соломенцева О.А., Солопова М.А., Косаренкова М.И. Научный потенциал России за 2006–2014 годы: аналит.-стат. сб. / гл. ред. Л.Э. Миндели. – М.: ИПРАН РАН, 2017. – 404 с.
4. Городникова Н.В., Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Коцемир М.Н., Кузнецова И.А., Лукинова Е.И., Мартынова С.В., Ратай Т.В., Росовецкая Л.А., Сагиева Г.С., Стрельцова Е.А., Суслов А.Б.,

- Тарасенко И.И., Фридлянова С.Ю., Фурсов К.С. Индикаторы науки: 2018: стат. сб. / под ред. Л.М. Гохберга, Я.И. Кузьминова, К.Э. Лайкам, С.Ю. Матвеева. – М.: НИУ ВШЭ, 2018. – 320 с.
5. Science & Engineering Indicators 2018. National Science Board. – URL: <https://nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>.
 6. Bornmann L., Marx W. Critical rationalism and the search for standard (field-normalized) indicators in bibliometrics // Journal of Informetrics. – 2018. – Vol. 12, № 3. – P. 598-604.
 7. Мартыянова Н.А. Конструирование профессиональных объединений: от профессиональных групп к экспертным сообществам // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2013. – № 162. – С. 136-140.
 8. Маслова Ю.В. Социальные профессиональные сообщества: типология, структура, назначение (на примере библиотечного сообщества) // Материалы электронной Всероссийской научной конференции «Профессиональное библиотечное сообщество XXI века: профессионализм, гражданственность, толерантность» / под ред. О.А. Калегина, Г.М. Кормишина. – Казань: Культура, 2011. – С. 74-85.
 9. Лойко В.И., Лойко В.И., Романов Д.А., Кушнир Н.В., Кушнир А.В. Квалиметрическая оценка интегрированности научного работника в научное сообщество, основанная на анализе цитирований // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1168-1186.
 10. Титов В.Н. Институциональный и идеологический аспекты функционирования науки // Социологические исследования. – 1999. – № 8. – С. 62-70.
 11. Фейгельман М.В., Цирлина Г.А. Библиометрический азарт как следствие отсутствия научной экспертизы // Управление большими системами: сборник трудов. – 2013. – №. 44. – С. 332-345.
 12. García N.R., Salinas D.T., Zahedi Z., Costas R. New data, new possibilities: exploring the insides of Altmetric.com // El profesional de la información. – 2014. – Vol. 23, № 4. – P. 359-366.
 13. Юревич М.А., Цапенко И.П. Перспективы применения альтметрики в социогуманитарных науках // Информационное общество. – 2015. – № 4. – С. 9-16.
 14. Гуреев В.Н., Мазов Н.А. Место альтметрик в количественных методах оценки научной деятельности // Информация и инновации. – 2018. – № 1. – С. 18-21.
 15. Ramos-Vielba I., D'Este P., Woolley R., Amara N. Introduction to a special section: Balancing scientific and societal impact—A challenging agenda for academic research // Science and Public Policy. – 2018. – Vol. 45, № 6. – P. 749-751.
 16. Власов В.В. Значение научных публикаций в специализированных журналах // Профилактическая медицина. – 2010. – Т.13, № 4. – С. 44-47.
 17. How is the Altmetric Attention Score calculated. – URL: <https://help.altmetric.com/support/solutions/articles/6000060969-how-is-the-altmetric-score-calculated->.
 18. Галявиева М.С. Altmetrics и библиотеки: тенденции, возможности и проблемы // Вестник Казанского государственного университета культуры и искусств. – 2013. – № 4-1. – С. 27-32.
 19. Schreiber M., Malesios C.C., Psarakis S. Exploratory factor analysis for the Hirsch index, 17 h-type variants, and some traditional bibliometric indicators // Journal of Informetrics. – 2012. – Vol. 6, № 3. – P. 347-358.
 20. Waldrop M.M. Science 2.0: Great new tool, or great risk? // Scientific American. – 2008. – Vol. 298, № 5. – P. 69-73.
 21. Ефимова Г.З. Анализ эффективности наукометрических показателей при оценке научной деятельности // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. – 2012. – № 8. – С. 101-108.
 22. Батыгин Г.С., Градосельская Г.В. Сетевые связи в профессиональном сообществе социологов: методика контент-аналитического исследования биографий // Социологический журнал. – 2001. – №. 1. – С. 88-109.
 23. Hood W., Wilson C. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics // Scientometrics. – 2001. – Vol. 52, № 2. – P. 291-314.
 24. Медынская М.К. Теория нечетких множеств. Понятие нечеткого множества // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2015. – Т. 1. – С. 46-48.
 25. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Влияние методов дефаззификации на скорость настройки нечеткой модели // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – №. 5. – С. 169-176.

Материал поступил в редакцию 28.05.19

Сведения об авторе

КАЛАЧИХИН Павел Андреевич – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ВИНТИ РАН, Москва
e-mail: pakalachikhin@viniti.ru

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!
УНИВЕРСАЛЬНАЯ ДЕСЯТИЧНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
(УДК)

НОВОЕ ИЗДАНИЕ
УДК. ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ.

Выпуск 7

Содержание выпуска:

В настоящем электронном издании помещены **изменения и дополнения**, опубликованные Консорциумом УДК в выпусках 32 и 33 «Extensions and corrections to the UDC»:

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ ОБЩИХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

- Опубликовано изменения к **Таблице IG. Общие определители времени**

ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К ОСНОВНЫМ ТАБЛИЦАМ УДК

Опубликованы изменения к классам:

- **2 Религия. Богословие**
- **33 Экономика. Народное хозяйство. Экономические науки**
- **582 Систематика растений**
- **551.7 Историческая геология.**

Для удобства пользователей издание открывает **Общая методика применения** Универсальной десятичной классификации.

Для подписки необходимо направить заявку по адресу:
125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН
Телефоны: 499-155-42-52, 499-155-42-85, 499-151-78-61
E-mail: typo@viniti.ru, feo@viniti.ru
http://www.udcc.ru

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

С 2018 года возобновляется издание информационного бюллетеня «Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления» серии «Экономический и научно-технический потенциал» (56741) взамен информационного бюллетеня «Экономика и управление»

Периодичность выхода – 12 номеров в год. Объем 48 уч.-изд. л. в год.

В бюллетене освещаются материалы иностранной печати по широкому спектру вопросов, касающихся сфер экономического и научно-технического развития России и стран СНГ: общие вопросы, финансы, промышленность, рынки, сельское хозяйство, космос, транспорт и связь, природные ресурсы, трудовые ресурсы, внешние торгово-экономические и научные связи

Оформить подписку на информационный бюллетень, начиная с любого номера, можно в ВИНТИ РАН по адресу: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20,

Телефоны: (499) 151-78-61; (499) 155-42-85

Факс: (499) 943-00-60;

E-mail: contact@viniti.ru; sales@viniti.ru