

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
ВОПРОСЫ
ПРЕПОДАВАНИЯ
ИНФОКОММУНИКАЦИЙ
В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

№4-2022 год

Главный редактор:

Варламов Олег Витальевич, д.т.н.,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Заместитель главного редактора:

Фудина Наталия Юрьевна,
*Начальник отдела методического обеспечения и мониторинга учебного процесса,
Ведущий эксперт конкурса на соискание премий Правительства РФ в области качества,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия*

Редколлегия:

Аджемов Артем Сергеевич, д.т.н., профессор,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович, к.т.н., профессор,
Международный университет информационных технологий, Алма-Ата, Казахстан

Маркосян Мгер Вардкесович, к.т.н., доцент,
Ереванский НИИ средств связи, Ереван, Армения

Прохода Александр Николаевич, к.воен.н., доцент,
Балтийский военно-морской институт им. Ф.Ф. Ушакова, Калининград, Россия

Рябко Борис Яковлевич, д.т.н., профессор,
*Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
Новосибирск, Россия*

Титов Евгений Вадимович, к.т.н., доцент,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Яблочников Сергей Леонтьевич, к.т.н., д.п.н., заведующий кафедрой
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Учредитель:
ООО «ИД Медиа Пабlishер»

Номер подписан в печать 12.12.2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Гадасин Д.В., Мисевич И.М. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРЕДМЕТУ «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕРВИСАХ»	4
Цверинанашвили И.А. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КУРАТОРА-ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК ФАКТОР СТАНОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 41.03.01 «ЗАРУБЕЖНОЕ РЕГИОНОВЕДЕНИЕ»)	12
Варламов О.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПЕРЕДАТЧИКАХ	15
Антонова В.М., Лихота М.П. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЗОВОВ НА ПУЧКЕ ЛИНИЙ	23
Яблочников С.Л., Иевлев О.П., Ерофеева В.В., Шакиров К.Ф., Крюков А.Г. АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ШАНСОВ И РИСКОВ ПРИ ВЫБОРЕ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ	27
Дымкова С.С. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ» ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ»	36

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРЕДМЕТУ «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕРВИСАХ»

Гадасин Денис Вадимович,
МТУСИ, доцент кафедры СИТиС, к.т.н., Москва, Россия,
dengadiplom@mail.ru

Мисевич Ирина Михайловна,
МТУСИ, БСТ1903, Москва, Россия,
i_misevich@mail.ru

Аннотация

В работе рассматривается процесс выполнения лабораторных работ по дисциплине «Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах и сервисах» с учетом использования Алгоритмов Шеннона-Фано, Хаффмана и Дейкстры. Выделены 6 основных этапов, упрощающих выполнение поставленной задачи (выбор объекта анализа, определение узлов и связей между ними, определение веса узла и канала связи, кодирование текстовой информации алгоритмом эффективного кодирования, построение кратчайшего пути, анализ результатов).

Ключевые слова: алгоритм, анализ, узел, связь, кодирование.

Введение

Цель преподавания дисциплины «Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах и сервисах» – это теоретическая и практическая подготовка, основным свойством которой является обеспечение получения у студентов углубленных представлений о современных сетевых технологиях высокоскоростной передачи данных в инфокоммуникационных системах и сервисах, а также способах их реализации и применения.

«Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах и сервисах» является дисциплиной, входящей в вариативную часть Блока 1 профиля подготовки «Инфокоммуникационные технологии в сервисах и услугах связи» для направления 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Результатом изучения для студентов данной дисциплины служит получение знаний, имеющих самостоятельное значение, которые необходимы при освоении профильных профессиональных дисциплин; также они занимают важное место в процессе написания выпускной квалификационной работы.

Одним из предусмотренных по данной дисциплине видов занятий является выполнение лабораторных работ, что в достаточной мере позволит студенту получить практический опыт и навыки работы с текстовой информацией путем применения к ней инструментов обработки из сферы сетевых технологий. Текстовую информацию можно представить в виде дискретной системы, поскольку в эту систему включаются непрерывные динамические звенья, такие как буква, слог, слово, словосочетание, предложение (число этих элементов для одного конкретного текста конечно) и дополнительный элемент - сигнал, способный обеспечивать дискретное состояние в определенный момент времени. Момент квантования – это та смысловая нагрузка, заключенная в данном тексте и обеспечивающаяся порядком его элементов; между любой парой дискретных состояний этот сигнал не определен.

Так же в текстовой информации, в содержании которой заключена смысловая нагрузка (сигнал квантования), всегда можно выделить неподвижные точки, являющиеся узлами, связи между этими точками, а также путь, служащий связующим звеном между начальной и конечной точками. Таким образом, при выполнении лабораторных работ студент получает возможность исследовать текстовый фрагмент с помощью информационных мер и инструментов сетевых технологий.

Этап 1. Выбор объекта анализа

Отличительные особенностями объекта, который будет использоваться в качестве основного при выполнении лабораторных работ:

- объект не должен быть большим по объему, до 1000 знаков с учетом пробелов;
- сокращение до минимума количество как знаков препинания, так и прочих небуквенных символов;
- объект хорошо известен и понятен обучающемуся;
- можно отчетливо выделить узлы и связи между ними;
- если произвести над текстом такую операцию, как удаление из него небольшого фрагмента, потеряется его первоначальный смысл;
- в объекте присутствует цикличность;
- первоначальный источник написан на русском языке.

Данными особенностями в большей степени обладают широко известные русские народные сказки. Такой вид текстовой информации представляет собой объект, в котором в максимальной степени удалена избыточность. Это происходит в следствие того, что первоначальной подоплекой создания сказки являлось какое-то яркое событие, отпечатавшееся в памяти большого количества людей и в дальнейшем передающееся от рассказчика к рассказчику. Чаще всего такая форма передачи информации предполагает потери каких-либо мелких и незначительных деталей, оставляя при этом основную сущность события, которое в свою очередь преобразуется в нечто неправдоподобное, если рассказчик немного приукрашает свою историю.

В связи с тем, что сказки не объемны и просты в восприятии, для студентов понять первоначальный их смысл не составит труда. В большинстве сказок также присутствует цикличность – события развиваются по одному из двух сценариев: основной сюжет происходит вокруг одного объекта или события, либо же главный герой воздействует на другие действующие лица. Такие виды развития событий можно сравнить с гео- и гелиоцентрическими системами мира, где главный герой – Земля, а различные события и лица вокруг него – Солнце. Итак, определение того, к какому типу относится текстовая информация, в дальнейшем повлияет на построенную на ее основании топологию сети. В случае геоцентрической системы, топология может быть как кольцевая, так и шинная; если топология гелиоцентрическая, ее тип – звезда.

Этап 2. Определение узлов и связей между ними

На следующем этапе выполнения лабораторных работ студенту необходимо определить неподвижные точки в выбранном тексте – в их роли могут выступать действующие лица, одушевленные и неодушевленные предметы, несуществующие в реальности объекты и тому подобное, а также взаимоотношения между ними. Для решения такой задачи лучше всего прибегнуть к использованию ассоциативного подхода, на базе которого возможно производить трансформацию объекта, определяющегося множеством определений и/или терминов, в другой объект; другими словами, определяется понятие, устанавливающее однозначное соответствие между двумя объектами посредством ассоциативной связи, исходя из множества описаний объекта.

Сетевую структуру возможно определить с помощью совокупности узлов и связей между ними. Текстовый фрагмент состоит из связанных в предложениях слов, состав предложения определяется частями речи (имя существительное, глагол, имя прилагательное, местоимение, числительное, наречие, служебные части речи, предлоги, союзы, частицы).

Структурный состав сети по природе своей дуален, в него входят только два компонента, в следствие этого студенту необходимо разбить части речи на две большие группы, одна из которых будет соответствовать понятию «узел», а другая – понятию «связь». Предпочтительным выглядит следующее деление:

- к понятию «узел» относят такие части речи как имя существительное, имя прилагательное, местоимение, числительное;
- к понятию «связь» относятся глагол и наречие.
- служебные части речи могут принадлежать либо к первой, либо ко второй группе, что отчетливо видно на примере частицы «не»: в случае, если «не» используется с именем прилагательным («не большой»), это сочетание слов относится к узлу; с глаголом («не бегать») – к связи.
- определение, к какому из понятий относятся знаки препинания, ведется в зависимости от того, после каких частей речи они используются.

После выделения из общего фрагмента текста частей, относящихся либо к узлам, либо к связям, начинается построение сети. В качестве основы для сети может служить концептуальный граф, который отражает основной функционально-смысловой тип текста. Для рассмотрения построения сети подходящим примером послужит текст сказки «Репка».

При рассмотрении данного текста можно выделить следующие его свойства: малый объем, явное и строгое выделение героев и взаимодействий между ними, а также путь достижения цели; основными элементами в сказке, которые взаимодействуют между собой, являются действующие лица (узлы), то есть, все появляющиеся

в процессе повествования персонажи. Взаимодействие узлов осуществляется путем создания связей – действий. В качестве примера можно привести строчку «посадил дед репку и говорит...»: в данном случае между собой взаимодействуют два объекта: «дед» и «репка»; «дед» организует связь с «репкой» с помощью действий «посадил» и «говорит».

В сказке присутствует некоторая цикличность, заключающаяся в том, что объект «дед» последовательно, через определенные временные промежутки совершает действия («посадил репку», «позвал бабу», «тянет репку»). Цикличность возвращения к одному и тому же узлу изменяет данный узел, и его можно представить в виде слоев изменений. Доказательством того, что представленная система является закрытой, служит тот факт, что в нее ни добавляются новые элементы, ни исчезают старые.

В замкнутой (закрытой) информационной сети информация может вернуться к отправителю по другому каналу, отличному от того, по которому она была послана. Один из признаков закрытой системы – точка возврата не обязательно в результате будет исходной, что заметно и в данном случае: повествование начинается с объекта «дед», но заканчивается объектом «репка». В начале сказки объект «дед» делает запрос – запрос выполняется. В последующем все действия направлены на то, чтобы получить результат этого выполненного запроса. Поскольку один объект с поставленной целью не справляется, привлекаются другие персонажи. Таким образом, топологию сказки можно представить в виде «кольца» или «шины» ввиду того, что шина – фактически разомкнутое кольцо.

Этап 3. Определение веса узла и канала связи

Для того, чтобы появилась возможность работать с текстовым фрагментом, используя инструментарий, применяющийся при работе с сетевыми структурами, необходимо определить в числовой форме вес узлов и каналов связи. Решение данной задачи начинается с составления структурной схемы сети. Для этого, исходя из этапа 2, выбираются все узлы и соединяются линиями связи. После этого необходимо каждому узлу и линии связи поставить однозначное соответствие (вплоть до знаков препинания и пробелов, фрагментов текста).

Полученная структурная схема представляет собой систему передачи информации, так как в ней присутствуют три основных элемента, образующие ее: источник информации, приемник информации и линия связи, соединяющая источник и приемник информации. В связи с тем, что система дискретна (то есть, обладает фиксированным состоянием в определенный момент времени, в следующий момент переходя в другое состояние), у нее есть некоторая степень неопределенности; система также является информационной, ее степень неопределенности определяется мерой частной энтропии, которая характеризует ее состояние в этот момент (i -ое состояние):

$$H_i = p_i \log_2 \frac{1}{p_i} \quad (1)$$

Информационная энтропия должна соответствовать следующим критериям: во всех точках определяющей ее функции она должна быть непрерывной. В Декартовой системе координат отклонение на малое значение по одной оси соответствует малому отклонению по другой; если количество состояний системы, в которых она находится в равновероятностном положении, увеличивается, то и значения энтропии также должны увеличиваться. Сумма промежуточных значений всех энтропий функции есть конечное значение энтропии. В таком случае, исходя из теоремы Шеннона, энтропия произвольной системы S есть:

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad (2)$$

В формуле (2) вероятность p_i определяет вероятность присутствия отдельного символа i в самом тексте и определяется, исходя из (3), где $\sum n_i$ – сумма всех i -ых символов в тексте, а N – сумма всех символов, которые составляют этот текст:

$$p_i = \frac{\sum n_i}{N} \quad (3)$$

Чтение текста производится по буквам, в свою очередь образующим звуки, следовательно, чтение текста можно приравнять к посимвольной передаче. В следствии того, что студенту при выполнении данного этапа работ для каждого узла и связи между узлами необходимо поставить в соответствие определенный текстовый фрагмент, возможным будет высчитать энтропию для каждого этого фрагмента, полученное значение будет являться весом узла/связи.

Важно отметить, что студент должен сложить все полученные значения энтропий и сравнить их с вычисленной энтропией самого фрагмента. В подавляющем большинстве для исходного фрагмента сумма энтропий должна равняться вычисленной энтропии. Это происходит из-за того, что начальный вариант представляет собой образец, в котором отсутствует избыточность.

В редких случаях сумма энтропий может быть больше энтропии текста, что соответствует варианту, когда определенный фрагмент текста одновременно (по смысловой нагрузке) может принадлежать двум отдельным структурным элементам сети.

Если у студента получился вариант, где сумма энтропий меньше энтропии начального текста, то следует указать, что данный этап лабораторной работы был выполнен неправильно: это может быть как простая арифметическая ошибка, так и неверно соотнесенные фрагменты текста с элементами сети, либо же ошибочно построенная структурная схема сети.

Этап 4. Кодирование текстовой информации алгоритмом эффективного кодирования

На данном этапе работ перед студентом поставлена задача симитировать передачу информации от узла к узлу, исходя из начальной информации, содержащейся в узле, и той, которая присутствует в канале связи. В качестве исходных данных есть сообщение, которое состоит из набора символов $\{m_i\}, i = \overline{1, M}$, где M представляет собой размер исходного алфавита, такой, что: $\sum_{i=1}^M P(m_i) = 1$. Смысл операции кодирования заключается

в том, что каждому исходному знаку m_i ставится в соответствие кодовая комбинация, состоящая из нулей и единиц, которая получается по определенному правилу. В таком случае, $n_i \triangleq m_i$, кодовая комбинация соответствует символу. Кодовая комбинация обладает длиной. Таким образом, можно определить среднюю длину кодовой комбинации для фрагмента текста, закодированного определенным алгоритмом:

$$I_{cp} = \sum_{i=1}^M n_i \cdot p(m_i) \quad (4)$$

Оптимальность кода, построенного с помощью определенного алгоритма, определяется соотношением $I_{cp} \rightarrow I_{min}$, т.е. определяет состояние, когда количество информации, приходящееся на каждый символ, возрастает при передаче фиксированного ее объема.

При кодировании текста студенту предлагается использовать основные алгоритмы эффективного кодирования – Алгоритм Хаффмана и Алгоритм Шеннона-Фано. После выбора одного из двух алгоритмов студент может построить эффективный двоичный код, для которого разность энтропии источника и I_{cp} стремится к нулю, а также при ранжировании по уменьшению вероятности появления символов алфавита на самой первой строчке находится самый короткий код, а на самой последней – самый длинный. Оценка эффективных кодов производится по двум показателям (избыточность D и эффективность η).

Под избыточностью эффективного кода понимают неравенство $H < H_{max}$, где H – это энтропия сообщения, а H_{max} – максимально возможная энтропия, то есть, состояние, когда количество знаков, которое определяет сообщение или его код, больше, чем количество знаков, необходимых для полного использования:

$$D_c = 1 - \frac{H}{H_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^n p(m_i) I(C(m_i)) - H(M)}{\sum_{i=1}^n p(m_i) I(C(m_i))} \quad (5)$$

В том случае, когда вероятность появления следующего символа в сообщении не зависит от вероятности появления предыдущего, в известном алфавите, то максимальная энтропия рассчитывается, исходя из формулы:

$$H_{max} = - \sum_{i=1}^M \frac{1}{M} \cdot \log_2 m_i = \log_2 M \quad (6)$$

Эффективность кода определяется количеством информации, которая приходится на один элемент символа этого кода; чем количество информации больше, тем код эффективнее, и наоборот, чем меньше избыточность, тем код эффективнее. Исходя из этого, избыточность эффективного кода можно определить через эффективность следующим соотношением:

$$\eta = 1 - D_c = \frac{H(M)}{\sum_{i=1}^M p(m_i) \cdot I(C(m_i))} \quad (7)$$

Алгоритм Шеннона – Фано. В основе данного алгоритма лежит использование двоичного кода. Для двоичного кода максимальное число элементов символов – 2. Для перевода в двоичный код для каждого символа m_i определяют вероятность его появления в данном тексте, так же можно использовать таблицы, в которых дана вероятность появления символа, исходя из русского алфавита. После определения вероятностей производится операция сортировки от большей вероятности к меньшей, далее – последовательное суммирование вероятностей; следующим шагом определяется символ, на котором происходит переход через значение 0,5. По этому символу производится деление на подгруппы, и он становится первым символом для нижней группы. Первому разряду символов данной группы присваивается значение «1», а первому разряду символов верхней группы присваивается значение «0».

Следующий этап – проведение работы с верхней группой. Для вероятностей символов, оставшихся в верхней подгруппе, необходимо провести операцию нормировки, то есть, пересчитать символы так, чтобы их сумма была равна 1, и выполнить действие разбиения на две подгруппы (как было описано выше). Если после деления группы на подгруппы в верхней подгруппе остается один символ, то ему присваивается значение «0», и он больше не принимает участие в делении. Если в подгруппе остается два символа, то верхний символ получает значение «0», а нижний «1» – считается, что эти символы получили свой код.

Алгоритм Хаффмана. Данный алгоритм является двухпроходным. Сначала строится матрица, на базе этой матрицы строится граф, исходя из которого в дальнейшем определяется код каждого символа. Если символ исходного сообщения обладает более высокой степенью вероятности появления, то в итоге ему будет соответствовать более короткая комбинация, в противном случае – более длинная.

На первом этапе для реализации этого алгоритма, как и с алгоритмом Шеннона-Фано, для каждого символа определяют вероятность его появления, символы сортируют, исходя из более высокой вероятности появления (по убыванию). Данная сортировка образует первый столбец матрицы. После это два символа, вероятность появления которых самая минимальная, объединяются в один символ с суммарной вероятностью. Он определяется как составной, данный узел состоит из имен двух узлов; на первом месте ставится узел, у которого вероятность появления или суммарная вероятность (в зависимости от шага алгоритма) меньше, а на втором месте – тот, у которого больше. После этого опять выполняется операция сортировки, исходя из убывания вероятности появления символов, в результате чего получается следующий столбец матрицы. Операция объединения и сортировки проводится до тех пор, пока не остается один вспомогательный символ, вероятность появления которого составляет 1.

Вторым этапом Алгоритма Хаффмана является построение графа. В вершину графа помещается узел, имя которого включает все названия символов, из которых составлено сообщение. После этого производится деление данного имени на две части, которые могут состоять из следующих комбинаций: {Составное имя; Имя}, {Составное имя; Составное имя}, {Имя; Имя}. В зависимости от значения вероятности появления меньшей вероятности присваивается значение «0», большей – «1». Построение графа продолжается до тех пор, пока не останутся только составные имена, после чего производится присвоение кода каждому символу, исходя из графа.

Коды, полученные на основе алгоритмов Хаффмана и Шеннона-Фано, являются неравномерными, иными словами, длина кода для разных символов может отличаться. Основное преимущество таких кодов заключается в том, что они более эффективны, чем равномерные. Основным недостатком неравномерного кодирования является не само кодирование сообщения, а его декодирование, поскольку в таком случае требуется признак отличия одного закодированного символа от другого, а введение такого символа увеличивает избыточность кода, тем самым приводя к увеличению времени передачи закодированного сообщения.

Неравномерный код, который возможно однозначно декодировать без применения дополнительного символа, называется разделимым. Условие разделимости можно реализовать с помощью введения префиксов (условие префиксности – ни один из кодовых символов не является началом другого кодового символа). Для неравномерных кодов это означает, что ни одна короткая комбинация кода не является началом более длинной комбинации. Поэтому при проведении лабораторных работ студенту предлагается использование Алгоритма Шеннона-Фано или Алгоритма Хаффмана для кодирования начального сообщения.

После того, как было выполнено кодирование сообщения, дальнейшим шагом является вычисление параметра n_{cp} , определяющего среднее количество элементарных символов на одну букву как сумму произведений длины кода, приходящегося на один символ:

$$n_{cp} = \sum_{i=1}^m l_{m_i} \cdot p(m_i) \quad (8)$$

На заключительной стадии данного этапа происходит вычисление параметра, который определяет количество информации, приходящееся на один элементарный символ. Данный параметр равен отношению энтропии сообщения к среднему количеству элементарных символов, которые приходятся на одну букву.

$$I_{\text{ср}} = \frac{H(M)}{n_{\text{ср}}} \quad (9)$$

Применение эффективного кодирования неравномерными кодами по Алгоритму Шеннона-Фано позволяет увеличить энтропию элементов символов в 1,5 раза по отношению к энтропии элементов символов равномерного кода. Но в любом случае при кодировании по данному алгоритму остается определенная избыточность, $I_{\text{ср}} > H$. Уменьшение такой избыточности можно достичь при кодировании не отдельных символов, а их сочетаний, слогов.

Этап 5. Построение кратчайшего пути. Работа с версиями текста на иностранном языке

При выполнении данного этапа работы студенту необходимо построить кратчайший путь от выбранной за начальную вершины к вершине, которая будет являться конечной. Для примера, использовавшегося ранее (сказка «Репка»), начальной вершиной будет объект «Дед», а конечной – объект «Репка». В ходе повествования вершины подвержены изменению, объект «Репка» в начале сказки отличается от объекта «Репка» в ее конце.

Самым простым для понимания студентов алгоритмом, используемым при построении кратчайшего пути на направленном графе, является алгоритм Дейкстры. Его недостатком служит наложение ограничения на граф, где должны отсутствовать обратные связи и за цикливания. Для того, чтобы стало возможным использовать данный алгоритм, необходимо привести граф к форме, удовлетворяющей условиям, для чего производится деление вершин на слои; обращение идет не к самой вершине, а к ее слою. Таким образом, путь – это отрезок от 1-го слоя начальной вершины до n -го слоя конечной вершины, где n определяет количество слоев в конечной вершине.

Предпочтительным будет построить таблицу для английского и французского вариантов сказки, исходя из предыдущих этапов. При трансформации сказки в иностранные версии выяснилось, что количество символов увеличилось почти в 1,5 раза, с 787 до 1002/1056, то есть, с точки зрения избыточности текст увеличился. Увеличение избыточности – признак того, что текст стал более информативным.

Следующий шаг - проверка фрагмента на изменение его структуры и основной мысли. Поскольку был выполнен прямой перевод текста без каких-либо смысловых изменений, основная идея должна сохраниться. Допустимы некоторые изменения в названиях узлов ввиду того, что при переводе на иностранный язык текст должен быть понятен не только человеку-носителю языка оригинала, но и тому, на чей язык был выполнен перевод. В соответствии с предположениями, структура сетей осталась идентичной. Изменился только конечный вес узлов и связей между ними в связи с тем, что при переводе одно и то же по смыслу слово чаще всего имеет различную длину как в буквенном, так и в кодовом измерении.

Этап 6. Анализ результатов работы

Итогом проведения лабораторных работ служит анализ полученных результатов. Студенту предлагается свести результаты в две таблицы. Первая таблица отражает анализ исходного сообщения, идентичного по смысловой нагрузке, но разного по вариативности воспроизведения, так как имеется перевод сказки с языка оригинала на два различных иностранных языка (английский и французский) (табл. 1).

Таблица 1

Сказка Параметр	Русский вариант	Английский вариант	Французский вариант
Количество букв	787	1002	1056
Мощность Алфавита	31	28	30
H	4.388760403643893	4.108815789998496	4.112708137972286
H_{max}	4.954196310386880	4.807354922057600	4.906890595608520
Избыточность	0,114132721296792	0,145306336516573	0,153748786466031
$n_{\text{ср}}$	4,427848101265824	4,147557328015957	4,152462121212127
$I_{\text{ср}}$	0,991172303853252	0,990659191675117	0,990426406772799
Всего бит	3498	4160	4385

Из таблицы видно, что при переводе на иностранные языки в исходном варианте сообщения увеличивается количество букв (приблизительно в 1,3 раза), следовательно, избыточность так же увеличивается. Для того, чтобы в этом убедиться, студенту требуется вычислить как энтропию сообщения, так и максимальную энтропию, которая зависит от мощности алфавита (при вычислении используются формулы (2) и (6)).

После вычисления энтропии сообщения оказалось, что чем больше мощность алфавита, тем больше энтропия; наибольшая мощность алфавита у оригинала, наименьшая - у английского. В таком же порядке уменьшается и максимальная энтропия, от русского к английскому. Вычисление избыточности показало, что оригинальный текст избыточен на $\approx 11,5\%$, текст на английском языке - на $\approx 14,5\%$, на французском - $\approx 15,4\%$, следовательно, русский язык более информативен, чем английский и французский (таблица 2).

Анализ кратчайших путей, обнаруженных с помощью алгоритма Дейкстры, производился в соответствии с тем же самым алгоритмом, что и анализ основного текста. Расчет показателей делался для двух вариантов; первый – для расчета использовался алфавит пути, второй – алфавит сообщения. Для первого варианта результаты расчета идентичны полученным результатам.

Для второго случая избыточность кратчайшего пути в английском варианте оказалась самой минимальной, для французского - максимальной. Расхождение между английским и русским вариантом составляет $\approx 6,08\%$; при этом в обоих случаях русский вариант кратчайшего пути имеет самый большой вес в битах. Вероятно, такой результат был получен из-за небольшого размера пути.

Таблица 2

Путь	Русский вариант		Английский вариант		Французский вариант	
	Из пути	Из текста	Из пути	Из текста	Из пути	Из текста
N_{\max}	4,3923174227	4,807354922	4,6438561897	4,9541963103	4,5235619560	4,9068905956
N	3,9763513820	3,833783239	4,1619962915	4,0118777692	3,8650792554	3,6802413237
Избыточ.	0,0947030919	0,202517121	0,1037628812	0,1902061367	0,1455673000	0,2499850461
$I_{\text{ср}}$	0,9895486316	0,9879970681	0,9909514979	0,9926036447	0,9889758930	0,9904013348
Всего бит	438	480	357	388	383	422

Заключение

В результате выполнения лабораторных работ у студента должны сформироваться устойчивые навыки применения знаний из области теории информации в области сетевых технологий. Эти навыки позволят ему производить структурный разбор текста, представлять его в виде сетевой структуры, выделять фрагменты, которые можно отнести либо к узлам сети, либо к связям между ними. Для каждого элемента сети, исходя из формул определения количества информации, определять их вес, а, зная вес и используя алгоритм Дейкстры, возможно определить кратчайший путь из начальной вершины в конечную. Исходя из тех вершин, через которые проходит данный путь, можно сделать вывод, что те вершины и связи, которые не принимают участие в формировании этого пути, являются лишними, то есть информация, содержащаяся в них, является избыточной и при передаче сообщения будет являться своего рода балластом, на который необходимо затратить ресурсы при передаче.

Литература

1. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Кольцова А. В. Построение фрактальных объектов для графической модели природного окружения // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики : труды XIX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Симферополь-Гурзуф, 15-17 октября 2020 года. Симферополь: ИП Зуева Т. В., 2020. С. 211-214.
2. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Клыгина О. Г., Гадасин Д. Д. Реализация платформы туманных вычислений для предоставления сервисов IoT // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11. № 2. С. 65-75.
3. Шведов А. В., Гадасин Д. В., Цыгулева А. В., Вакурин И. С. Разгрузка очереди сети при помощи Гамильтонова цикла // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11. № 3. С. 45-53.
4. Шведов А. В., Гадасин Д. В., Вакурин И. С. Вопросы проектирования сетей беспроводного доступа стандарта IEEE 802.11 с высокой плотностью обслуживания абонентов // Технологии информационного общества: Сборник трудов XIV Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 18-19 марта 2020 года. М.: Издательский дом Медиа паблишер, 2020. С. 305-309.
5. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Усачева Д. И. Механизмы обеспечения безопасности маршрутизации в сети интернет // III Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2019 : Материалы XXI Международной научно-технической конференции, Казань, 18-22 ноября 2019 года. Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2019. С. 292-293.
6. Гадасин Д. В., Веденеев П. С., Шведов А. В. Уязвимости системы маршрутизации глобальной сети интернет и возможные пути их преодоления // Перспективные технологии в средствах передачи информации – ПТСПИ-2019 : Материалы XIII международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Владимир, 03-05 июля 2019 года. Владимир: Владимир-

ский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2019. С. 94-96.

7. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Ермалович А. В. Модели регулирования доверия в технологии блокчейн // Технологии информационного общества : Сборник трудов XII Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 14-15 марта 2018 года. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2018. С. 93-95.

8. Гадасин Д. В., Пак Е. В., Коровушкина В. М., Мелькова Е. К. Предобработка текстовой информации на основе термов естественного языка // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2022. Т. 12. № 1. С. 4-11.

9. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Алексеева Е. А. Информационная энтропия в стохастических сетях связи // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы 2020. Труды международной научно-технической конференции. Московский технический университет связи и информатики. 2020. С. 108-116.

10. Шведов А. В., Назаров М. Д. Зависимость показателей эффективности функционирования корпоративных сетей связи от показателей качества обслуживания (QoS) // Технологии информационного общества: Сборник трудов XIV Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 18-19 марта 2020 года. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2020. С. 302-304.

11. Гадасин Д. В., Нестерова Е. А. Особенности проведения практических занятий по дисциплине мультимедийные информационные системы для стадии «Исследование и обоснование создания информационной системы» // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2021. Т. 10. № 1. С. 15-21.

12. Практикум по дисциплине Сетевая безопасность и ее планирование. М.: Московский технический университет связи и информатики, 2016. 28 с.

13. Ермалович А. В., Шведов А. В. Системы интеллектуальной обработки информации как основа формирования новых инфокоммуникационных услуг связи // Технологии информационного общества: XI Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов, Москва, 15-16 марта 2017 года. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2017. С. 356.

14. Шведов А. В. Повышение эффективности функционирования корпоративных информационно-коммуникационных сетей с учетом теории ограничения систем // III Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2019 : Материалы XXI Международной научно-технической конференции, Казань, 18-22 ноября 2019 года. Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2019. С. 290-291.

15. Гадасин Д. В., Пак Е. В. Применение модели Бэкмена для распределения потоков в сетях с сегментной маршрутизацией // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2020. Т. 10. № 4. С. 18-23.

16. Литвин Я. С., Гадасин Д. В. Семантическая сеть как инструмент обработки визуальной информации // Телекоммуникации и информационные технологии. 2018. Т. 5. № 2. С. 111-118.

17. Докучаев В. А., Кальфа А. А., Мытенков С. С., Шведов А. В. Анализ технических решений по организации современных центров обработки данных // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т. 11. № 6. С. 16-24.

18. Докучаев В. А., Еременко В. А., Маклачкова В. В., Мытенков С. С., Шевелев С. В. Профессиональные квалификации специалистов по контролю качества информационно-коммуникационных систем // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т. 11. № 11. С. 62-67.

19. Pavlov S. V., Dokuchaev V. A., Maklachkova V. V., Mytenkov S. S. Features of supporting decision making in modern enterprise infocommunication systems // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 3. С. 71-74.

20. Павлов С. В., Докучаев В. А. О разработке методологических основ построения модели технических средств радиомониторинга // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12. № 7. С. 48-51.

21. Dokuchaev V. A., Maklachkova V. V., Statev V. Yu. Classification of personal data security threats in information systems // T-Comm. 2020. Т. 14. № 1. С. 56-60.

22. Pavlov S. V., Dokuchaev V. A., Mytenkov S. S. Model of a fuzzy dynamic decision support system // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14. № 9. С. 43-47.

23. Маклачкова В. В., Гадасин Д. В., Волкова М. Д., Вакурин И. С. Лексический и семантический поиск статей в научной библиотеке // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2021. Т. 11. № 1. С. 21-30.

24. Гадасин Д. В., Смальков Н. А. Представление архитектуры интернета вещей через двух полюсную радиально-кольцевую сеть // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11. № 1. С. 3-12.

25. Усачева Д. И., Шишкин М. О., Гадасин Д. В., Гузеев А. В. Применение olap-технологий для анализа многомерных данных в контакт-центре // Телекоммуникации и информационные технологии. 2019. Т. 6. № 1. С. 142-149.

26. Гадасин Д. В., Кольцова А. В., Полякова А. Н. Модель построения кластера для пограничных вычислений // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2020. № 1. С. 86-92.

27. Гадасин Д. В., Юдина А. А. Кластеризация в крупномасштабных сетях // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2020. № 1. С. 19-26.

28. Гадасин Д. В., Вакурин И. С. Кластерное проектирование сетей wi-fi с высокой плотностью абонентов // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2020. № 1. С. 138-144.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КУРАТОРА-ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК ФАКТОР СТАНОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОММУНИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 41.03.01 «ЗАРУБЕЖНОЕ РЕГИОНОВЕДЕНИЕ»)

Цверинашвили Иван Алексеевич,
СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
старший преподаватель кафедры ИиРВ, г. Санкт-Петербург, Россия,
ivan.tsver@gmail.com

Аннотация

В данной статье анализируются различные аспекты деятельности педагога-куратора в контексте становления и профессионального развития студентов бакалавриата по направлению подготовки 41.03.01 «Зарубежное регионоведение», специальности, призванной налаживать международные контакты на самых разных уровнях. Автором высказывается мысль о важной миссии вуза и куратора-преподавателя как факторов становления будущих профессионалов в области межличностной и международной коммуникации, в том числе, исходя из работы автора педагогом-куратором на протяжении последних четырёх лет. Подчеркивается важная роль преподавателя-куратора как ментора, наставника и психолога, особенно на начальных курсах обучения и при возникновении сложных жизненных ситуаций у студентов. Приводятся примеры разнообразия форм воспитательной работы, декларируется основополагающая роль вуза, как центра воспитательной, патриотической, профилактической деятельности. В исследовании делается вывод о большой роли куратора-преподавателя в учебном процессе студентов специальности «Зарубежное регионоведение».

Ключевые слова: *воспитательная работа, куратор, психологическое сопровождение, студенты, высшее образование*

Среди ряда функций, которые предписываются отечественным вузам в настоящий момент, в контексте новых глобальных реалий и общественных трансформаций, важную роль занимает воспитательная функция. Среди основных воспитательных компонентов, которые несёт современный университет, можно отметить следующие:

1. Воспитание прогрессивной гуманистической системы ценностей;
2. Реализация комплекса профилактических мероприятий по предупреждению проявлений национализма и экстремизма, публичное осуждение попыток унижения или подавления личности;
3. Формирование позитивного морального климата в академических группах на основе равнозначности всех членов коллектива, уважения убеждений других лиц и их действий;
4. Создание условий для полноценной реализации молодежи, включение студентов в общественные процессы и инициативы, стимулирование посильной творческой деятельности.

Воспитательную работу сегодня довольно трудно уместить в рамки шаблонных определений и терминов, т.к. она стала органической частью учебного процесса, которая направлена на развитие личности будущих специалистов и о педагогической деятельности справедливо говорить как об учебно-воспитательной [1]. Воспитательная работа давно стала предметом изучения специалистов из разных областей [2], растет число специализированных работ [3], посвященных воспитательной работе в высшей школе в контексте различных специальностей [4], особенностей подготовки [5] и т.д. Важную роль воспитательная работа играет и при подготовке бакалавров по направлению 41.03.01 «Зарубежное регионоведение», в чьи профессиональные обязанности после окончания высшего учебного заведения активно вменяется элемент глобальной, международной коммуникации, установление стратегических взаимоотношений с многочисленными иностранными партнерами из ближнего и дальнего зарубежья [6].

Общей целью воспитательной работы в СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича является безусловный вектор на саморазвитие и самореализацию личности обучающихся в образовательной системе университета, формирование комплекса необходимых компетенций, воспитание инициативности, самостоятельности, ответственности, эффективных навыков коммуникации, нравственности и активной гражданской позиции [7]. В уни-

верситете исходят из концепции открытости воспитательной работы, создания атмосферы поддержки и стимулирования социально-позитивных форм активности личности. Говоря о воспитательной работе в контексте специальности 41.03.01 «Зарубежное регионоведение», которая более 20 лет успешно реализуется в СПбГУТ, справедливо будет упомянуть, что основное влияние на будущих специалистов оказывается в ходе учебного процесса, в частности, посредством дисциплины «Введение в мировое комплексное регионоведение» и иных специализированных и уникальных учебных курсов. Важную часть занимает и работа вне учебных занятий - содействие досугу академических групп, дискуссии, инициирование создания творческих коллективов, стимулирование к участию в мероприятиях и т.д. Через воспитательную работу на данной специальности реализуется ряд задач, которые сводятся не только к формированию классических компетенций, но и к подготовке кадров в области успешной международной коммуникации: потребность к деятельности в условиях современного цифрового общества, уважение отечественной и мировой культуры в их многообразии, воспитание толерантности с опорой на традиционные духовные ценности, формирование осознания важной миссии своей профессии [8].

Какие обязанности ложатся на плечи куратора-преподавателя в данной ситуации? Представляется очевидным, что их можно свести к нескольким пунктам:

- 1) создание необходимых условий и воспитывающей среды, способствующей всестороннему развитию обучающихся;
- 2) оказание обучающимся помощи в самореализации и постоянный поиск эффективных форм воспитательной деятельности;
- 3) развитие студенческих объединений, направленных на развитие обучающихся;
- 4) формирование патриотического сознания и активной гражданской позиции студенческой молодежи;
- 5) помощь в организации межфакультетского и межведомственного взаимодействия в сфере воспитательной работы;
- 6) развитие и совершенствование деятельности органов студенческого самоуправления университета и волонтерского движения.

Разумеется, что в реальной ежедневной практике различные направления воспитательной работы тесно переплетаются между собой, дополняют друг друга [8], становясь взаимопроникающими и взаимодополняющими элементами в ходе дискуссий и интеллектуальных игр, викторин, олимпиад, круглых столов, творческих проектов студентов и т.д. Немаловажным представляется и тот факт, что преподаватель-куратор должен являться сотрудником выпускающей кафедры, в конкретном случае - кафедры истории и регионоведения. Говоря о формировании навыков коммуникации, в том числе и межкультурной, стоит отметить, где и как может себя проявить преподаватель-куратор, в том числе, в контексте специальности 41.03.01 «Зарубежное регионоведение», сведя его работу к нескольким основным направлениям:

- 1) взаимодействие со структурными подразделениями университета, участие в соответствующих мероприятиях и встречах;
- 2) помощь в организации общеуниверситетских и факультетских мероприятий;
- 3) организация кураторских часов, профориентационных экскурсий, стажировок, круглых столов и пр.;
- 4) проведение индивидуальных бесед, консультаций, встреч и т.д.

Последние годы преподаватели-кураторы направления подготовки бакалавриата 41.03.01 «Зарубежное регионоведение» занимают лидирующие места в общеуниверситетском рейтинге кураторов. Большим подспорьем стала подготовка в общеуниверситетской Школе педагогического мастерства, ставшего уважаемым научным центром в области подготовки молодых специалистов, их адаптации к вузовским процессам, роли воспитателей современного студенчества [9]. Заметим, что переход на обучение с использованием дистанционных технологий не стал потрясением для работы кураторов на специальности - связь со студентами не прерывалась, велась активная воспитательная работа в части профилактики нарушений в сети Интернет, осваивались различные аспекты цифровизации обучения. На протяжении последних лет руководством факультета и университета констатировалось, что итоги кураторской деятельности можно было расценить как сугубо положительные. Академические группы успешно вливались в учебный процесс, нарушения и конфликты не выявлялись, адаптация учащихся к деятельности в университете велась на высоком уровне.

Не стоит забывать, что в настоящий момент Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации реализуется ряд стратегически важных направлений страны, среди которых: контроль над техническим и организационным состоянием сферы связи в стране, работа над завершением общей цифровизации Российской Федерации, продолжения налаживания международного сотрудничества в области связи и телекоммуникаций. В связи с этим, особую роль приобретает подготовка соответствующих специалистов в подведомственных вузах – СибГУТИ, ПГУТИ, МТУСИ и СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. Однако, в данных учебных заведениях ведётся подготовка не только по техническим и инженерным специальностям, но и по ряду гуманитарных. Специальность «Зарубежное регионоведение», успешно реализуемая с конца 1990-х гг., долгое время фокусировалась на т.н. «европейских исследованиях», сделав объектом исследования страны Западной и Северной Европы. Близкое к специальности «Международные отношения», данное направление было призвано подготовить специалистов, способных выстроить коммуникацию на разных уров-

нях между представителями Российской Федерации и дальнего зарубежья, в том числе в разрезе международного научно-технического сотрудничества. Несмотря на многочисленные внешнеполитические сложности, диалог Российской Федерации со многими странами мира продолжается - в этом велика роль и выпускников специальности 41.03.01 «Зарубежное регионоведение», а также их педагогов-кураторов, обеспечивающих высокий ежедневный уровень своей работы.

Литература

1. *Ермакова Н. А.* О реализации воспитательной функции университета // Университетское управление: практика и анализ. 2005. № 5. С. 77-82.
2. *Емельянова И. Н.* Воспитательная функция в процессе развития системы классического университетского образования: диссертация ... доктора педагогических наук : 13.00.01 / Емельянова Ирина Никитична; [Место защиты: ГОУВПО "Тюменский государственный университет"]. Тюмень, 2008. 379 с.
3. *Дмитренко А. Ю.* Воспитательная работа куратора учебной группы по формированию профессиональной ответственности у курсантов летного вуза. // Гуманизация образовательного пространства. Сборник научных статей по материалам Международного Форума «Гуманизация образовательного пространства». (14-15 марта 2019 г., Саратов). Издательство «Перо», 2019. С. 92-97.
4. *Жук О. Л.* Воспитательная работа в учреждении высшего образования: социологический и педагогический анализ // Адукацыя і выхаванне. 2014. № 2. С. 3-12.
5. *Дудина М. Н., Гречухина Т. И.* Воспитательная функция университета: традиции и реалии // Образование и наука. 2010. № 11 (79). С. 33-48.
6. Приказ «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 41.03.01 Зарубежное регионоведение». Министерство образования и науки Российской Федерации. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/410301_B_3_06012018.pdf (дата обращения: 17.01.2021).
7. *Цверлианашвили И. А.* Роль гуманитарных дисциплин в подготовке специалистов для отрасли связи (на примере СПбГУТ) // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. Издательство: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург). С. 680-683.
8. *Привалова А. В.* Воспитательная функция вуза в контексте гуманизации образования // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2013. № 12 (2). С. 75-79.
9. Школа педагогического мастерства СПбГУТ. URL: <https://www.sut.ru/education/shkola-pedagogicheskogo-masterstva> (дата обращения: 11.02.2021).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПЕРЕДАТЧИКАХ

Варламов Олег Витальевич,

Московский технический университет связи и информатики

Москва, Россия

vov@mtuci.ru

Аннотация

Вопросы энергетической эффективности радиопередающего оборудования становятся все более актуальными в условиях перехода на цифровое телерадиовещание, а также с ростом количества мобильных передающих устройств. Потенциальным способом решения этой проблемы может быть использование в передатчиках ключевых режимов работы активных элементов и синтетических методов усиления. В данной статье сформулированы теоретические основы, необходимые для изучения причин возникновения нелинейных искажений в современных высокоэффективных передатчиках. Обсуждаются причины применения метода раздельного усиления компонент модулированных радиочастотных сигналов. Анализируются причины возникновения нелинейных искажений в передатчиках с раздельным усилением.

Ключевые слова: высокоэффективный ВЧ усилитель мощности; ключевой режим; класс D; метод раздельного усиления составляющих; нелинейные искажения.

Введение

Происходящий в настоящее время переход наземного телерадиовещания на цифровые стандарты [1], такие как DVB-T2 [2], DAB, DAB+, DRM [3-10], DRM+ и IBOC [11], использующие для передачи радиочастотного сигнала OFDM модуляцию, предъявляет к характеристикам радиопередающих устройств комплекс достаточно высоких и отчасти взаимоисключающих требований.

Радиочастотный сигнал с OFDM модуляцией представляет собой сложный амплитудно-фазово модулированный сигнал, предъявляющий наиболее жесткие требования к линейности передатчика. Пик-фактор такого сигнала составляет около 10 дБ, что при использовании линейных режимов работы оконечного усилителя в классах А, АВ или В приводит к среднему КПД, не превышающему 10...15%. Учитывая существенные мощности передатчиков телерадиовещания, общемировой тенденцией является поиск и внедрение более энергетически эффективных методов линейного усиления сигнала.

В целом подобные методы принято относить к «синтетическим» методам усиления [12, 13], поскольку на входе и выходе усилителя мощности присутствует аналоговый сигнал с переменной амплитудой, а «внутри» усилителя используются высокоэффективные ключевые режимы работы активных элементов [14-17]. Наиболее распространенным и уже широко используемым в радиовещательных передатчиках диапазонов НЧ, СЧ и ВЧ, является метод раздельного усиления, или метод Кана [18-23], изучению которого и посвящена данная работа. В перспективе следует ожидать расширение применения этого метода в области более высоких несущих частот и более широких модулирующих полос, вплоть до построения передатчиков цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T2.

Эти тенденции делают актуальным обучение студентов радиотехнических и телекоммуникационных вузов принципам построения и причинам возникновения нелинейных искажений в усилителях мощности с раздельным усилением. Данная статья содержит теоретические основы преподавания причин возникновения нелинейных искажений в современных высокоэффективных передатчиках в рамках лабораторного курса.

Принцип раздельного усиления составляющих модулированных радиочастотных колебаний

Несущая частота радиочастотного сигнала может быть промодулирована по амплитуде, фазе, либо по частоте. Поскольку частота и фаза колебания однозначно связаны интегральным соотношением, частотную модуляцию можно считать разновидностью фазовой (и наоборот) и не рассматривать отдельно. Таким образом, амплитудная и фазовая модуляция по отдельности, либо при совместном действии, дают все многообразие применяемых способов передачи информации по радиоканалу.

Исторически первым используемым видом модуляции была амплитудная (АМ). В первых телефонных радиопередатчиках модуляция осуществлялась посредством изменения смещения на управляющей сетке радиолампы (сеточная модуляция). Это простой в реализации способ, позволяющий построить передатчик на минимальном количестве активных приборов, причем лампы большой мощности требовались только в оконечном каскаде тракта усиления. Однако при сеточной модуляции усилительные приборы работают в недонапряженном (линейном) режиме, что приводит к малому КПД устройства. Тем временем, мощности радиопередатчиков стремительно росли и за считанные годы достигли десятков киловатт. Возникла настоятельная потребность в снижении расхода электроэнергии и в максимальном использовании дорогостоящих мощных радиоламп.

Эффективным решением этих задач послужило изобретение анодной модуляции, при которой модулирующий сигнал подается на анод радиолампы (впоследствии, коллектор или сток транзистора). Несмотря на то, что в составе передатчика в этом случае появляется мощный линейный усилитель низкой частоты (модулятор), общий КПД радиостанции оказывается существенно выше за счет перевода высокочастотных усилительных приборов в энергоэффективный перенапряженный режим. Кроме того, поскольку радиолампа в этом случае работает в нелинейном режиме, оказывается возможным получить на её выходе большую колебательную мощность. Таким образом, в тридцатые годы прошлого века задача создания мощных вещательных АМ радиопередающих устройств с хорошей энергоэффективностью была в целом решена.

Однако потребности в дальнейшем совершенствовании систем радиосвязи и вещания ограничивались недостатками используемых видов модуляции. Действительно, если посмотреть на спектр АМ сигнала при стопроцентной модуляции одним тоном, то мы увидим, что уровень каждой из боковых полос на шесть децибел ниже уровня несущей. Это значит, что полезный сигнал имеет мощность в два раза меньше, чем несущая, которая вообще никакой информации не передает. Кроме того, реальный речевой или музыкальный сигнал имеет среднюю мощность примерно в десять раз меньше пиковой. Таким образом, вся мощность передатчика с амплитудной модуляцией практически расходуется на излучение несущей частоты. Более того, полезный информационный сигнал оказывается распределен по двум дублирующим друг друга боковым полосам.

В этой ситуации вполне естественным было стремление избавиться от всего лишнего, то есть, от несущей и дублирующей боковой полосы. Так на свет появилась однополосная модуляция (ОБП – одна боковая полоса). Отказ от несущей позволил направить всю мощность сигнала на передачу полезной информации, а устранение второй боковой полосы сосредоточило информационный сигнал в более узкой полосе частот. Последнее обстоятельство, помимо экономии частотного ресурса позволило за счет уменьшения шумовой полосы улучшить отношение сигнал-шум на выходе приемника. Однако внедрение однополосной модуляции вновь потребовало использования линейного, низкоэффективного режима усиления передаваемого сигнала. Дело в том, что ОБП сигнал обладает одновременно и фазовой и амплитудной модуляцией, причем, в отличие от АМ, амплитудно-модулированную составляющую однополосного сигнала нельзя представить в виде суммы постоянного (несущая) и переменного (звук) напряжений. В случае, когда на входе ОБП передатчика отсутствует сигнал, например, в паузах речи, ВЧ сигнал на его выходе также равен нулю. Это обстоятельство не позволяет использовать для передачи однополосного сигнала традиционный для АМ высокоэффективный усилитель с анодной модуляцией, где в отсутствие звукового (информационного) сигнала на выходе присутствует сигнал несущей частоты с постоянной амплитудой.

Для решения этой проблемы модулятор был реализован в виде усилителя постоянного тока (УПТ). Полученная схема получила название “усилитель мощности с раздельным усилением составляющих модулированного сигнала (УМРС)” [14, 24, 25], или «синтетический» (полярный) усилитель Кана [18], по имени изобретателя. Естественно, что использование в качестве модулятора линейного УПТ не обеспечивает усилителю с раздельным усилением никакого преимущества по энергоэффективности, по сравнению с линейным усилителем высокой частоты. Поэтому в передатчиках, выполненных по схеме Кана, применяются высокоэффективные ключевые режимы усиления, как в высокочастотном тракте, так и в низкочастотном тракте модулятора.

На сегодняшний день наиболее распространены два способа реализации модулятора – на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [14, 26-29] и на основе импульсно-ступенчатой модуляции (ИСМ). По сути, любой модулятор УМРС представляет собой регулируемый источник питания с высокой скоростью управления и минимальным выходным напряжением, равным нулю. За исключением специфической схемы модулятора, передатчик по схеме Кана имеет практически ту же структуру (рис. 1), что и АМ передатчик с анодной (коллекторной, стоковой) модуляцией.

Первым блоком передатчика Кана является устройство разделения составляющих передаваемого модулированного сигнала. Блок разделения состоит из амплитудного детектора, выделяющего огибающую ВЧ сигнала и амплитудного ограничителя, выделяющего фазо-модулированную составляющую (ФМ). В современных передатчиках эти операции обычно осуществляются математическим процессором возбудителя, что позволяет обеспечить высокую точность разделения, недостижимую аппаратными способами.

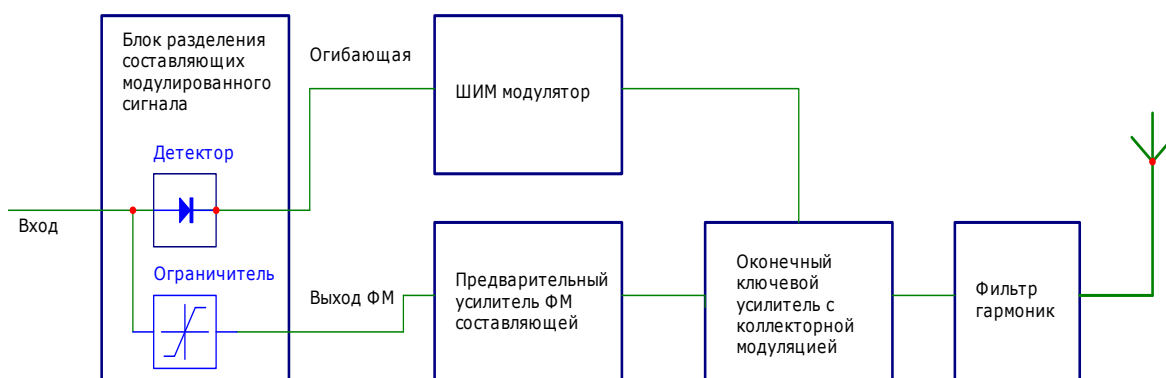


Рис. 1. Структурная схема УМРС

На рисунке 2 приведены эпюры двухтонового испытательного сигнала на входе и выходах блока разделения составляющих.

Математически выделение ФМ составляющей можно представить как деление усиленного сигнала на его огибающую. Далее сигналы составляющих усиливаются отдельными трактами. Тракт ФМ составляющей (ВЧ тракт) представляет собой усилитель-ограничитель, транзисторы которого обычно работают в ключевом режиме. Тракт огибающей чаще всего выполнен по схеме усилителя с широтно-импульсной модуляцией. Оконечный каскад ВЧ тракта представляет собой ключевой усилитель со стоковой (коллекторной, анодной) модуляцией, где на высоком уровне мощности происходит восстановление исходного передаваемого сигнала. Математически это можно представить как умножение фазомодулированной ВЧ составляющей сигнала на его огибающую, то есть операцию, обратную выполняемой в блоке разделения составляющих. Отсюда следует, что полное восстановление исходного усиленного сигнала возможно только при неискаженном усилении каждой из составляющих.

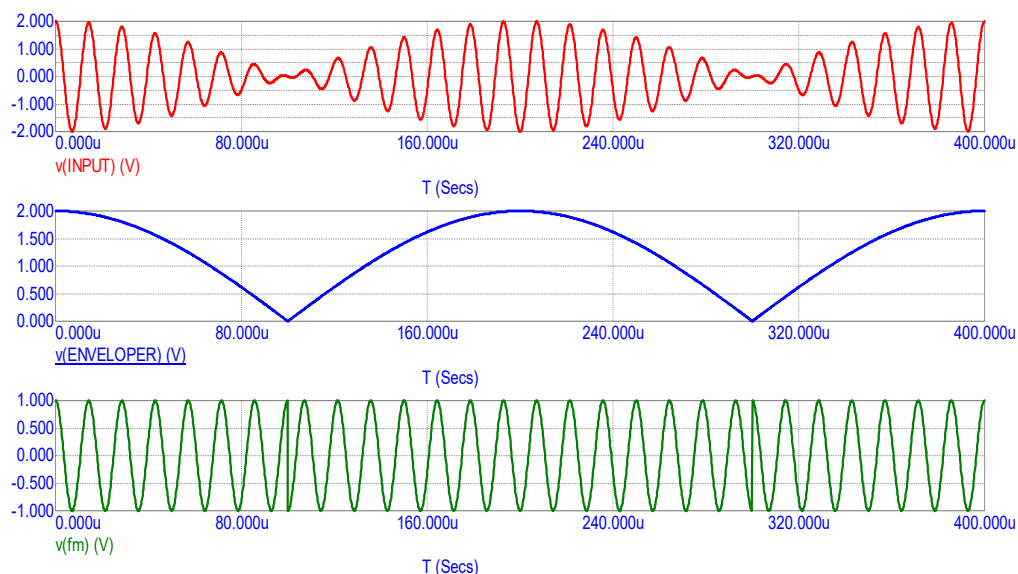


Рис. 2. Сигналы на входе и выходах блока разделения составляющих: V(INPUT) – исходный сигнал; V(ENVELOPER) – огибающая; V(FM) – фазомодулированная составляющая. Обозначение «u» по оси абсцисс соответствует принятому в программе Micro-Cap сокращению от «микро-»

Современные вещательные передатчики кроме работы в режимах АМ и ОБП способны также работать с сигналами цифрового радиовещания. В вещательных полосах диапазонов частот НЧ (ДВ), СЧ (СВ) и ВЧ (КВ) на всемирной основе используется система цифрового радиовещания Digital Radio Mondiale (Всемирное цифровое радио, DRM). В США используется также гибридная система In-band on-channel (IBOC), в которой одновременно передаются аналоговый сигнал и его цифровая копия. Эти системы цифрового радиовещания используют OFDM модуляцию, радиочастотный сигнал которой представляет собой сложный амплитудно-фазово модулированный сигнал, предъявляющий наиболее жесткие требования к линейности передатчика.

Нелинейные искажения в передатчиках с раздельным усилением составляющих модулированного сигнала

Рассмотрим основные причины возникновения нелинейных искажений сигнала, формируемого на выходе усилителя Кана.

Вначале отметим общие для линейных УМ и для УМРС источники нелинейных искажений – это нелинейность амплитудной характеристики и наличие амплитудно-фазовой конверсии [30]. Здесь следует отметить, что широтно-импульсные модуляторы обладают высокой линейностью, поэтому гладкие искажения амплитудной характеристики для усилителей с раздельным усилением в целом не характерны. Амплитудно-фазовая конверсия, напротив, является для них достаточно серьезной проблемой, особенно при работе на верхних частотах коротковолнового диапазона.

Далее рассмотрим причины возникновения искажений, специфические именно для усилителей по схеме Кана.

Как было отмечено выше, ШИМ усилители обладают очень хорошей линейностью, что, к примеру, позволяет реализовывать на их основе высококачественные усилители низкой частоты для звуковоспроизводящей аппаратуры (маркетинговое название “Цифровой усилитель”). Однако специфика использования ШИМ усилителя в качестве модулятора УМРС заключается в том, что он работает в качестве усилителя постоянного тока. Общей проблемой всех УПТ является ошибка в передаче постоянной составляющей (сдвиг нуля), проявляющаяся в виде смещения амплитудной характеристики по оси ординат. На рисунках 3 и 4 приведены примеры влияния сдвига нулевого уровня на форму передаваемого двухтонового испытательного сигнала.

При отрицательном смещении характер искажений близок к искажениям типа «ступеньки» для линейных УМ. Отличие заключается в наличии резкого излома амплитудной характеристики, что приводит к появлению в спектре сигнала чрезвычайно медленно спадающих комбинационных составляющих. При положительном смещении АХ приобретает специфический для УМРС вид.

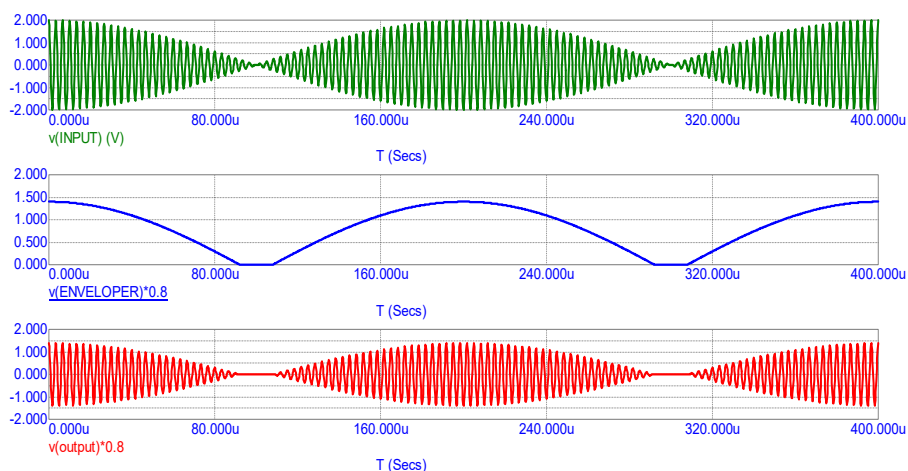


Рис. 3. Эпюры сигналов при отрицательном смещении нуля огибающей

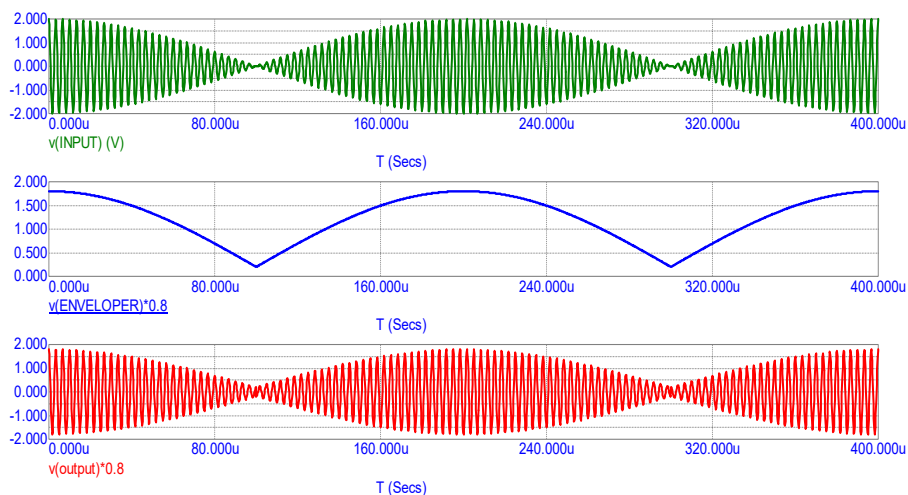


Рис. 4. Эпюры сигналов при положительном смещении нуля огибающей:

(INPUT) – исходный сигнал; V(ENVELOPER) – огибающая; V(OUTPUT) – сигнал на выходе передатчика

Кроме достаточно очевидного влияния на качество передаваемого сигнала амплитудной нелинейности тракта модулятора, к нелинейным искажениям в УМРС приводят и линейные искажения сигнала огибающей. Так, ШИМ усилитель (рис. 5), используемый в качестве мощного модулятора УМРС, состоит из формирователя управляющего сигнала на основе генератора пилообразного напряжения и компаратора, ключевой ячейки и фильтра нижних частот (ФНЧ), подавляющего гармоники тактовой частоты модулятора.

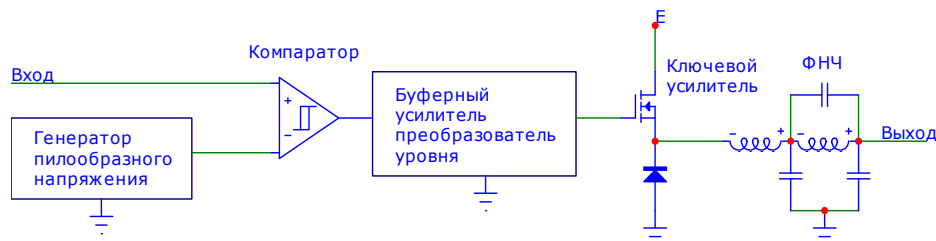


Рис. 5. Принципиальная схема широтно-импульсного модулятора

На рисунке 6 приведен пример эпюр сигналов в тракте широтно-импульсного модулятора. Как видно из эпюр, ФНЧ – это необходимая часть ШИМ усилителя, восстанавливающая исходную форму усиливаемого сигнала. В то же время любой фильтр принципиально является источником линейных искажений проходящего через него сигнала.

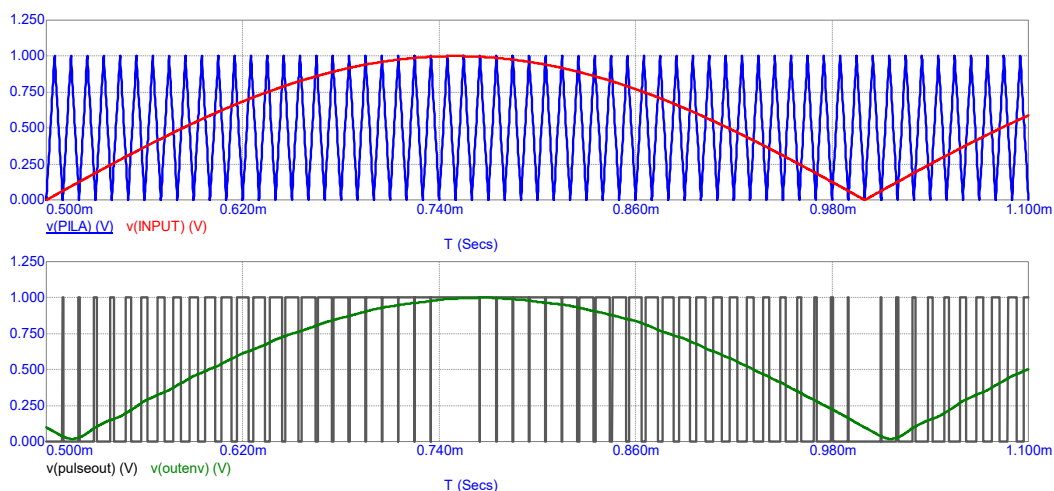


Рис. 6. Эпюры сигналов широтно-импульсного модулятора:

V(INPUT) – исходный сигнал огибающей; V(PILA) – пилообразное опорное напряжение; V(PULSEOUT) – сигнал на выходе ключевого регулятора; V(OUTENV) – сигнал на выходе ФНЧ модулятора. Обозначение «m» по оси абсцисс соответствует принятому в программе Micro-Cap сокращению от «милли»

Требуемая частота среза ФНЧ модулятора определяется тактовой частотой ШИМ и обычно составляет десятки кГц. В то же время ширина полосы сигнала огибающей однополосного сигнала теоретически бесконечна. В качестве примера на рисунке 7 приведены спектрограммы двухтонового сигнала и его огибающей в одинаковом масштабе по частоте. Как видно из спектрограмм, при полосе высокочастотного двухтонового сигнала (верхняя спектрограмма), равной всего 5 кГц, спектр его огибающей по уровню -60 дБ простирается вплоть до 100 кГц.

Очевидно, что пропускание сигнала с бесконечной полосой через фильтр нижних частот неизбежно приводит к его линейным искажениям. А, как было отмечено ранее, неискаженное восстановление на выходе УМРС передаваемого сигнала возможно только при точном сохранении формы огибающей и ФМ составляющей и их синхронности. На рисунке 8 приведены эпюры, иллюстрирующие влияние ограничения ширины полосы спектра огибающей на форму передаваемого сигнала. На эпюрах хорошо видно отсутствие нулевого уровня в сигнале и его колебательный характер на фронте огибающей.

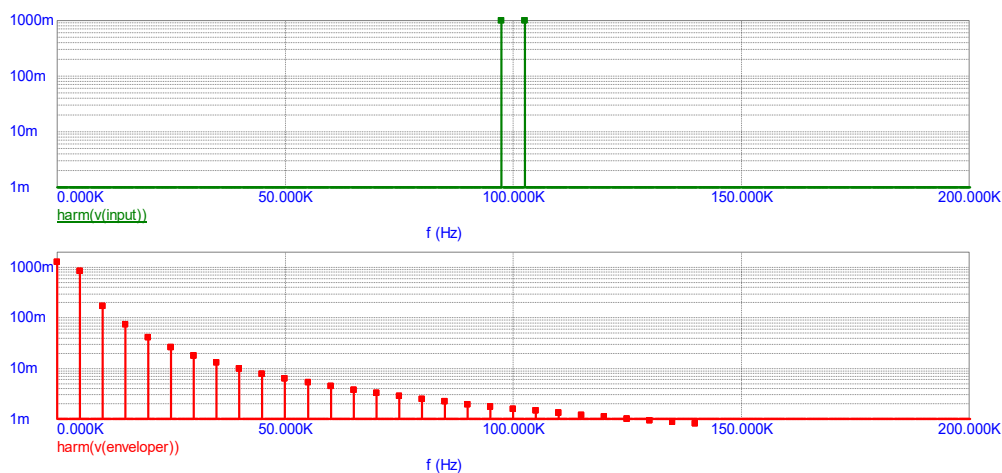


Рис. 7. Спектрограммы двухтонового испытательного сигнала и его огибающей.
Обозначение «К» по оси абсцисс соответствует принятому в программе Micro-Cap сокращению от «кило-»

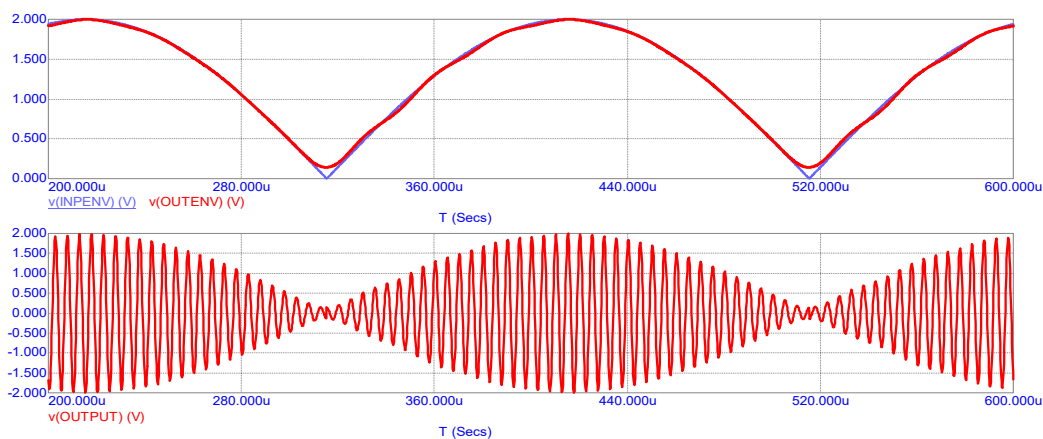


Рис. 8. Влияние ограничения ширины полосы пропускания тракта огибающей на искажения выходного сигнала:
V(INPENV) – огибающая исходного сигнала; V(OUTENV) – огибающая на выходе фильтра модулятора;
V(OUTPUT) – сигнал на выходе передатчика

Помимо ограничения ширины полосы частот огибающей наличие ФНЧ модулятора приводит к появлению временной задержки сигнала огибающей, что нарушает синхронизацию отдельных составляющих усиленного сигнала и, как следствие, вызывает появление нелинейных искажений. На рис. 9 приведены эпюры, иллюстрирующие влияние взаимной задержки огибающей и ФМ составляющей на форму передаваемого сигнала.

На эпюрах следует обратить внимание на область перехода сигнала через ноль, где можно заметить несоответствие фазы высокочастотного заполнения у входного и выходного сигналов.

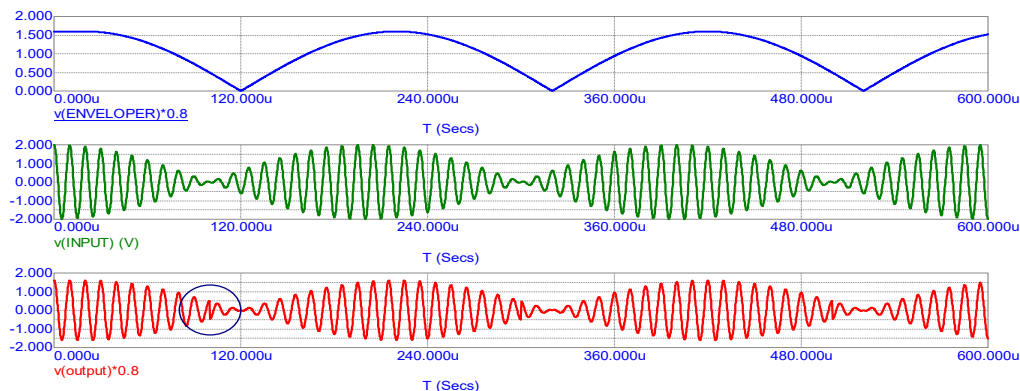


Рис. 9. Влияние взаимной задержки составляющих на искажения передаваемого сигнала: V(INPUT) – исходный сигнал;
V(ENVELOPER) – огибающая; V(OUTPUT) – сигнал на выходе передатчика

Выводы

Изучение принципов работы и особенностей характеристик высокоэффективных передатчиков актуально не только для специалистов в области телерадиовещания. Актуально оно и для будущих специалистов по сетям 5G и IoT, где важен высокий КПД для обеспечения длительного срока службы устройств [17, 31, 33]. Высокая плотность размещения средств радиосвязи также делает актуальным рассмотрение вопросов обратных интермодуляционных искажений [33].

В данной статье сформулированы теоретические основы, необходимые для изучения причин возникновения нелинейных искажений в современных высокоэффективных передатчиках. Для успешного изучения данной темы студентами радиотехнических и телекоммуникационных вузов будет разработана программно-аппаратная лабораторная установка. Продолжением данного исследования станет разработка курса лабораторных работ.

Естественно, как и при изучении любых других технических курсов, необходимо обращать внимание студентов на методы подбора актуальной научно-технической литературы и принципы написания научных статей [34, 35], а также учитывать индивидуальность студентов [36].

Литература

1. Santos V. M. J. D. The current state and trends of the development of digital tele-radio broadcasting systems in the world // Synchroninfo Journal, vol. 7, no. 1, pp. 17-23, 2021.
2. Varlamov O. V. Experimental Study of a Synchronous DVB-T2 Network in the Yaroslavl Region. Problems with Some Manufacturers' Receivers // 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261562.
3. Сантуш В.М.Ж.Д., Ковалгин Ю.А. Проектирование сетей цифрового радиовещания в формате DRM на частотах ниже 30 МГц // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Том 13. №4. С. 55-63.
4. Varlamov O. V., Bychkova A. A. Basis of Technical Design and Development a Single-Frequency DRM Digital Broadcasting Network for Venezuela // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, 2021, pp. 1-7, doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488396.
5. Varlamov O., Varlamov V., Dolgopyatova A. Digital Radio Broadcasting Network in the Arctic Region // 2019 24th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), Moscow, Russia, 2019, pp. 457-462. DOI: 10.23919/FRUCT.2019.8711933
6. Варламов О.В., Варламов В.О., Долгопятова А.В. Международная сеть DRM вещания для создания информационного поля в Арктике // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Том 13. №9. С. 9-16.
7. Varlamov O. V. Organization of single frequency DRM digital radio broadcasting networks. Features and results of practical tests // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Minsk, 2018, pp. 1-8. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2018.8456925
8. Варламов О.В. Организация одночастотных сетей цифрового радиовещания стандарта DRM. Особенности и результаты практических испытаний // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12. № 11. С. 4-20.
9. Varlamov O. The radio noise effect on the coverage area of DRM broadcast transmitter in different regions // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт 2015. Т. 9. № 2. С. 90-93.
10. Варламов О.В., Варламов В.О. Распределение максимальных уровней атмосферных радишумов в диапазонах низких частот и средних частот по территории Земли // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. № 5. С. 42-51.
11. Dolgopyatova A. V., Varlamov O. V. Analysis of Long-Range VHF Radio Waves Propagation to Specify Protection Ratios Between Coexisting DRM+, RAVIS and IBOC Systems // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488392.
12. Varlamov O. V., Nguyen D. C., Grychkin S. E. Simultaneous Application of Several Synthetic Methods for High Efficiency Radiofrequency Amplification // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416126.
13. Варламов О.В., Нгуен Д.К., Грычкин С.Е. Комбинирование синтетических методов высокоэффективного высокочастотного усиления // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2021. Том 15. №9. С. 11-16.
14. Козырев В.Б., Лаврушенков В.Г., Леонов В.П., Новиков Г.В., Петяшин Н.Б., Попов И.А., Харитонов А.В., Громорушкин В.Н. Транзисторные генераторы гармонических колебаний в ключевом режиме. Москва, 1985.
15. Варламов О.В., Громорушкин В.Н., Козырев В.Б., Меланьин А.В. Сложение мощностей двухтактных ключевых генераторов ПН с резистивной нагрузкой // Известия высших учебных заведений Министерства высшего и среднего специального образования СССР. Радиоэлектроника. 1989. Т. 32. № 7. С. 31-36.
16. Varlamov O. V., Gromorushkin V. N. Class D Switching Power Amplifier with a Filter under Load Mismatch Conditions // 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), Saint-Petersburg, Russia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/WECONF48837.2020.9131508.
17. Varlamov O. V., Gromorushkin V. N. High Efficiency Power Amplifier for IoT Applications: RF Path // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/IEEECONF48371.2020.9078651.
18. Kahn L. R. Single-Sideband Transmission by Envelope Elimination and Restoration // Proceedings of the IRE, vol. 40, no. 7, pp. 803-806, July 1952, doi: 10.1109/JRPROC.1952.273844.

19. *Gromorushkin V. N., Varlamov O. V., Dolgopyatova A. V., Voronkov A. A.* Operation Problems of the EER Transmitter with Narrowband Antenna // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, Russia, 2019, pp. 1-5. DOI: 10.1109/SOSG.2019.8706736
20. *Gromorushkin V. N., Varlamov O. V.* Experimental Studies of the Envelope Elimination and Restoration HF Power Amplifier Characteristics with Broadband Unmatched Load // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488387.
21. *Varlamov O. V., Grebennikov A.* Experimental Studies of Envelope Elimination and Restoration HF Power Amplifier Characteristics with Narrow-band Matched Load // 2022 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840873.
22. *Nguyen D. C., Varlamov O. V.* Simulation Model for Switching Mode Envelope Elimination and Restoration RF Power Amplifiers Research // 2022 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840917.
23. *Нгуен Данг Кань, Варламов О.В.* Имитационная модель для исследования работы ключевых ВЧ усилителей мощности с раздельным усилением составляющих однополосного сигнала на узкополосную нагрузку // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 2. С. 10-18.
24. *Варламов О.В., Громорушкин В.Н., Лаврушенко В.Г.* Разработка коротковолнового ключевого усилителя мощности с раздельным усилением составляющих однополосного сигнала // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 9. С. 42-44.
25. *Варламов О.В., Громорушкин В.Н., Лаврушенко В.Г., Чугунов И.В.* Генератор испытательных сигналов для измерительных характеристик ключевых усилителей мощности с раздельным усилением составляющих однополосного сигнала // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 9. С. 47-49.
26. *Варламов О.В.* Разработка высокоэффективного модуляционного тракта для ВЧ усилителя мощности с раздельным усилением составляющих однополосного сигнала // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 9. С. 45-46.
27. *Varlamov O.V., Chugunov I.V.* Modeling of efficiency UHF class-D power amplifier with bandpass sigma-delta modulation // В сборнике: 2017 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2017. 2017. С. 7997508.
28. *Bolotov A. O., Kholyukov R. G., Varlamov O. V.* EER power amplifier modulator efficiency improvement using PWM with additional sigma-delta modulation // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Minsk, 2018, pp. 1-4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2018.8456955.
29. *Varlamov O. V.* Multiphase PWM characteristics in the EER transmitter envelope path // 2021 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/EMCTECH53459.2021.9619166.
30. *Varlamov O.* Research of influence of DRM broadcast transmitter nonlinearities onto the output signal parameters // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Vol. 8. No 2, pp. 59-60.
31. *Dymkova S.S.* Breakthrough 5G data call using dynamic spectrum sharing to accelerate nationwide 5G deployments // Synchroinfo Journal, vol. 5, no. 6, pp. 17-21, 2019.
32. *Dymkova S.* Applicability of 5G subscriber equipment and global navigation satellite systems // Synchroinfo Journal, vol. 7, no. 5, pp. 36-48, 2021.
33. *Varlamov O. V.* Theoretical Approach to Calculating Reverse Intermodulation Distortion in Voltage Mode Class D RF Power Amplifiers // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744320.
34. *Dymkova S. S., Varlamov O. V.* Peer Review Procedure as the Main Criterion for Confirmation Researcher's Scientific Work Quality : According results of the international conference SYNCHROINFO // 2022 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840923.
35. *Варламов О.В., Дымкова С.С., Городилина М.В.* Авторские профили в наукометрических базах данных. Учебно-методическое пособие. Москва, 2020.
36. *Fayzullin R. R., Lerner I. M., Solodukho N. M., Dymkova S. S., Il'in V. I.* Formation of a Competency Model in Teaching Students of Technical Universities with Hearing Impairment, which Implements a Conveyor-Based Approach to Learning // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488367.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЗОВОВ НА ПУЧКЕ ЛИНИЙ

Антонова Вероника Михайловна,

*Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),
кафедра Сети связи и системы коммутации, к.т.н., доцент, Москва, Россия;
Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) Российской академии наук, Москва, Россия
xarti@mail.ru*

Лихота Матвей Павлович,

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
факультет Информатика и системы управления, студент, Москва, Россия*

Аннотация

Целью данной работы было создание программы, моделирующей процесс обслуживания вызовов на пучке произвольного конечного числа линий по модели с отказами и по модели с ожиданием. Была создана модель пучка линий, которая способна на основании введенных количества вызовов, количества линий в пучке и среднего времени разговора получить временные диаграммы обслуживания линиями вызовов и оценку эффективности работы системы.

Ключевые слова: моделирование, процесс обслуживания вызовов, пучок линий.

В данной работе была реализована модель процесса обслуживания вызовов на пучке линий по дисциплине с отказами и по дисциплине с ожиданием. Процесс был математически смоделирован при помощи программного комплекса Matlab [1-5]. Модели на вход подаются длины вызовов и промежутки между ними, сгенерированные случайно с учётом введенного среднего времени вызова.

Определение величины длительности занятия линии. Рассмотрим способ определения времени длительности занятия линии t , предполагая, что ее распределение экспоненциальное.

Функция плотности распределения вероятности времени длительности занятия имеет вид: $F(t) = 1 - e^{-\beta t}$, где $\beta = 1 / M(t)$ – параметр длительности обслуживания, $M(t)$ – математическое ожидание длительности обслуживания, равное среднему времени разговора.

Введем новую единицу измерения времени, выраженную в единицах математического ожидания длительности обслуживания $M(t)$, которое равно среднему значению времени разговора.

Решим уравнение $F(t) = 1 - e^{-\beta t}$ относительно t : $t = -\ln(1 - F(t))$.

Определим величину длительности занятия, подставив в уравнение значение $F(t)$, то есть случайное число A , равномерно распределенное от 0 до 1. $(1 - A) = B$ – это также случайная величина, равномерно распределенная от 0 до 1. Поэтому длительность разговора определяется в новых единицах измерения времени как $t = -\ln(B)$. Далее эта длительность умножается на выбранный коэффициент.

Определение временного интервала между двумя случайными запросами. Закон распределения промежутков времени τ между двумя случайными разговорами имеет вид: $F(\tau) = 1 - e^{-\Lambda \tau}$, где Λ – параметр потока запросов для простейшего потока, равный среднему значению нагрузки на пучок из N линий, измеряемой в Эрлангах.

Тогда, применяя методику решения из предыдущего пункта, получим: $\tau = -\ln(B / y)$, где B – случайное число, также равномерно распределенное на участке от 0 до 1.

Оценка результатов моделирования. Любое значение искомого параметра, вычисленное из ограниченного числа опытов, всегда содержит элементы случайности. Имеется N наблюдений случайной величины X : X_1, X_1 ,

$X_2, X_2, \dots, X_n, X_n$, – которые сами по себе также являются независимыми случайными величинами, распределенными по тому же закону, что и исходная случайная величина X .

При очень большом числе опытов среднее арифметическое стремится к математическому ожиданию. Если число опытов невелико, то замена случайной величины на среднее арифметическое приводит к ошибке. Эта ошибка тем больше, чем меньше число опытов.

Оценка \tilde{a} для искомого параметра a (например математического ожидания) зависит, во-первых, от закона распределения случайной величины, а во-вторых, от числа опытов. Точечная оценка – число, вычисляемое на основе наблюдений, предположительно близкое к оцениваемому параметру.

Желательно, чтобы пользуясь величиной \tilde{a} вместо a , по крайней мере, не происходило ошибки смещения, то есть, ошибки в сторону занижения, или завышения, для чего задается условие: $M(\tilde{a}) = a$.

Необходимо также, чтобы выбранная оценка обладала по сравнению с другими наименьшей дисперсией: $D(\tilde{a}) \min$.

Чтобы дать представление о точности оценки параметра a пользуются доверительными интервалами и доверительной вероятностью.

Зададим такую достаточно большую вероятность $\beta=0,95$, что некоторое (в данном случае событие $|\tilde{a} - a| < \varepsilon$) можно с этой вероятностью считать достоверным.

Найдем значение ε : $P(|\tilde{a} - a| < \varepsilon) = \beta$ (или $P(\tilde{a} - \varepsilon < a < \tilde{a} + \varepsilon) = \beta$).

Тогда возможное значение ошибки при замене, a на \tilde{a} будет лежать в диапазоне $(-\varepsilon; \varepsilon)$, а ошибки, превышающие по абсолютной величине ε будут появляться только с вероятностью $\alpha = 1 - \beta = 0.05$.

Итак, с вероятностью $\beta = 0,95$ значение параметра a попадает в интервал I_β ($\tilde{a} - \varepsilon; \tilde{a} + \varepsilon$).

При этом вероятность β – доверительная вероятность, а I_β – доверительный интервал. Границы интервала I_β называются доверительными границами. Границы доверительного интервала ε могут быть найдены с использованием распределения Стьюдента с $m=(N-1)$ степенями свободы: $\varepsilon = t_{\beta m} \sqrt{D/N}$, где D – дисперсия

случайной величины, N – число опытов, $t_{\beta m}$ – параметр Стьюдента. Имеются подробные таблицы для определения параметра Стьюдента $t_{\beta m}$ для различных β и m .

Логика реализации модели. Прежде всего создаётся массив характеристик вызовов, который содержит время начала, время конца и временно пустое поле для обслуживающей вызов линии. Затем вызовы сортируются по возрастанию времени их начала.

1	Время начала вызова
2	Время окончания вызова
3	Номер линии, принявшей этот вызов

Рис. 1. Структура элемента массива характеристик вызовов

После модель можно разделить на две части:

Моделирование на пучке линий по дисциплине с отказами при поступлении вызова предполагает выбор для него любой свободной линии, в свободное поле массива характеристик вызовов заносится номер выбранной линии. При отсутствии свободных линий вызов отклоняется.

Моделирование на пучке линий по дисциплине с ожиданием при поступлении вызова также предполагает выбор для него любой свободной линии, но отличие состоит в том, что при отсутствии свободных линий выбирается линия, которая освободится быстрее всех. При этом происходит смещение временных границ вызова и изменение первой и второй характеристик вызова в массиве.

Для визуального отображения обслуживания вызовов на пучке линий удобно использовать временные диаграммы. Для их создания используется ранее упомянутый массив характеристик вызовов.

Также модель подсчитывает доверительные интервалы для времени длительности вызова (t) и для интервала между вызовами (τ) и коэффициент эффективности. Отношение суммы всех временных промежутков между

разговорами к времени окончания последнего разговора ($\frac{\sum_{i=1}^{19} \tau_i}{t_{\text{оконч}}}$) характеризует быстродействие системы: чем

больше коэффициент, тем быстрее обслуживаются вызовы. Оценка данного параметра будет зависеть от начальных условий, например, выборки длительности занятия линии.

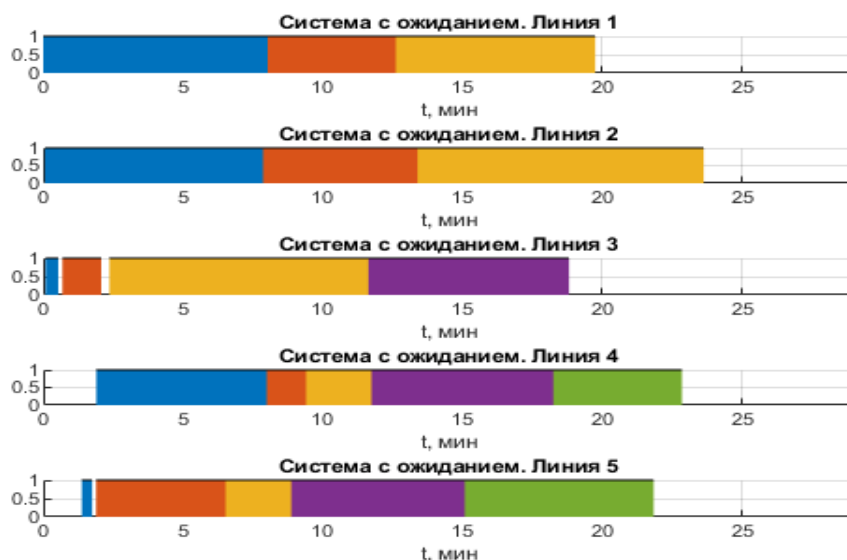


Рис. 2. Временная диаграмма для системы с ожиданием

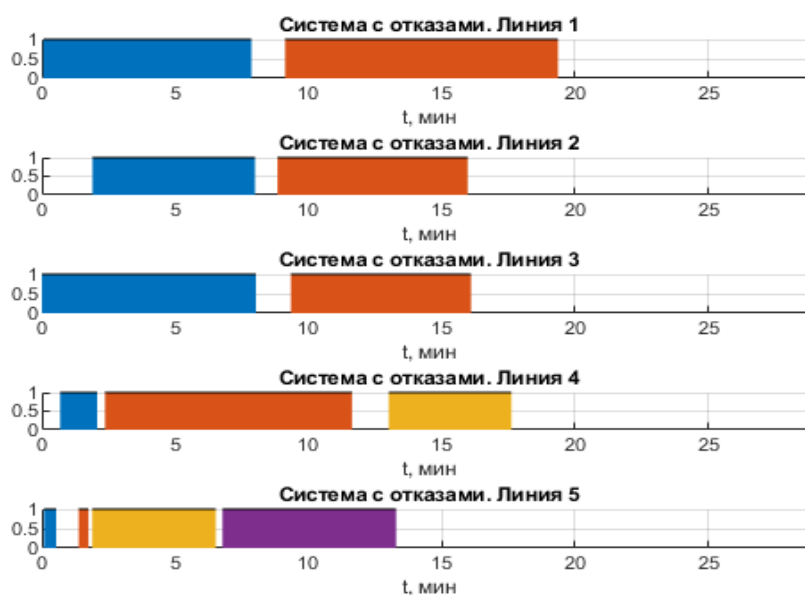


Рис. 3. Временная диаграмма для системы с отказами

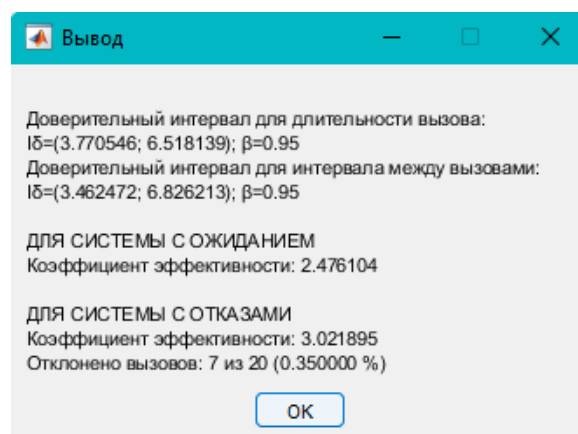


Рис. 4. Окно вывода программы

В данном случае система с отказами имеет больший коэффициент эффективности, но отклоняет 7 из 20 вызовов, довольно большой процент.

Моделирование обслуживания двадцати вызовов на пучке из пяти линий вместе с отображением диаграмм занимает, в среднем, одну секунду.

Выводы

По результатам проделанной работы был изучен процесс обслуживания вызовов на пучке линий по дисциплине с отказами и по дисциплине с ожиданием [1, 6-9]. Была создана программа для моделирования этого процесса на пучке из произвольного числа линий произвольного числа вызовов с произвольной средней длиной вызова.

Литература

1. Антонова В. М., Богомолова Н. Е. Моделирование процесса обслуживания вызовов на пучке линий. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017
2. Пиеничников А.П., Цирик И.А. Теория телетрафика: для направления 210700. Методические указания и задание на курсовую работу. М.: Изд-во МТУСИ, 2014.
3. Цирик И.А. Моделирование сетей. Учебное пособие для аспирантов. М.: Изд-во МТУСИ, 2020.
4. Пиеничников А.П., Цирик И.А. Теория телетрафика. Методические указания и задание на курсовую работу. М.: Изд-во МТУСИ, 2015. 35 с.
5. <https://www.mathworks.com/help/matlab/> дата обращения (дата обращения 03.01.2021).
6. Студеникин А.В., Жук А.П. Моделирование дискретных ортогональных кодовых последовательностей для систем передачи информации // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 1. С. 36-43. DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-1-36-43. EDN CFGZJV.
7. Пономарев В.А., Мороз С.М. Обоснование применения в ИТС радиочастотной идентификации транспортных средств // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2017. № 2(49). С. 16-22.
8. Либеровский Н.Ю., Припутин В.С., Чиров Д.С. Обзор исследований адаптивного формирования диаграммы направленности и цифровой обработки сигналов // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 6. С. 16-21. DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-6-16-21. EDN LFEEMB.
9. Шемякин С.Н., Пестов И.Е., Ильин М.В., Рудченко Н.А. Теоретическая оценка использования математических методов прогнозирования загрузки виртуальной инфраструктуры // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 4. С. 66-75. DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-4-66-75. EDN BPFQPI.

АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ШАНСОВ И РИСКОВ ПРИ ВЫБОРЕ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Яблочников Сергей Леонтьевич,
профессор кафедры ЭБЖиЭ, д.п.н., МТУСИ, Россия, Москва

Иевлев Олег Павлович,
доцент кафедры ИБ, МТУСИ, Россия, Москва

Ерофеева Виктория Вячеславовна,
доцент кафедры ЭБЖиЭ, к.б.н., МТУСИ, Россия, Москва

Шакиров Кирилл Фаридович,
старший преподаватель кафедры ЭБЖиЭ, МТУСИ, Россия, Москва

Крюков Андрей Геннадьевич,
ассистент кафедры ЭБЖиЭ, МТУСИ, Россия, Москва

Аннотация

В статье реализовано исследование совокупности аспектов прогнозирования и количественной оценки шансов и рисков при выборе стратегии импортозамещения относительно проектирования систем бесперебойного электропитания для предприятий сферы инфокоммуникаций. Реализован опрос сообщества экспертов с целью выявления предпочтений при выборе и количественной оценки шансов и рисков, критериев оценивания и сравнения шансов и рисков. Произведены расчеты шансов и рисков согласно общей методике прогнозирования и количественной оценки шансов и рисков. На основе полученных результатов сформирована оптимальная стратегия импортозамещения.

Ключевые слова: *системы обеспечения бесперебойного электропитания, инфотелекоммуникации, шансы и риски, стратегия импортозамещения, экспертная оценка реализации шансов и рисков.*

Анализ существующих проблем

Современная ситуация, сущность которой во многом определяется санкционной политикой, реализуемой рядом государств, вынуждает вносить коррективы в практическую деятельность, осуществляемую в отраслях, связанных с проектированием и разработкой различного технического оборудования, а также с его эксплуатацией и обслуживанием. Системы электропитания применяются абсолютно во всех сферах социально-экономической деятельности, в том числе и на предприятиях, занимающихся приемом, передачей, хранением и обработкой информации, предоставлением различных информационных услуг. Как правило, это достаточно сложные и дорогостоящие системы обеспечения бесперебойного электропитания, конечная цель функционирования которых – сохранность и надежная защита обрабатываемой информации [6-8]. В случае выхода из строя электропитающего оборудования под угрозой оказывается фактически вся инфокоммуникационная инфраструктура [5].

В данный момент иностранные компании, занимающиеся поставками, ремонтом и обслуживанием оборудования для систем электропитания, частично приостановили свою производственную деятельность в РФ. Сервисное и гарантийное обслуживание, разработанных ранее систем, ими еще реализуется, однако, современное оборудование этими организациями, временно, на российский рынок не поставляется, а разработка новых систем не осуществляется. В частности, это такие корпорации, как Шнайдер Электрик, Legrand, ABB и другие.

На отечественном рынке сегодня представлено достаточно большое количество компаний, оборудование которых является аналогичным функционально, вполне конкурентоспособным и может, по мнению специалистов в данной отрасли знаний, успешно компенсировать формирующий дефицит в таком производственном сегменте. Например, это такие российские производственные и сервисные компании, как ГК «Штиль», ЦРИ «Импульс», ООО «Парус электро», ООО «ИНВС», ООО «Промсвязьдизайн» и многие другие.

Цель данного исследования – анализ и формирование оптимальной стратегии импортозамещения оборудования, обеспечивающего бесперебойное электропитание для систем сферы инфокоммуникаций, а также прогнозирование сценариев развития ситуации на рынке РФ в условиях санкционного давления США и ряда стран Европы, с учетом потенциально возможных шансов и рисков.

В процессе осуществления данного исследования ставились и были решены следующие задачи: сформировать стратегии импортозамещения; проанализировать реальные и потенциальные шансы и риски при выборе определенной стратегии; обоснование и выбор наиболее оптимальной стратегии осуществления импортозамещения оборудования электропитания в условиях санкционной политики ряда стран [9-12].

Методы исследования – анализ литературы и интернет-источников, прогнозирование и количественная оценка шансов и рисков, статистический анализ данных, обработка итогов реализации опроса экспертного сообщества.

Исследование реализовано в виде пяти следующих этапов:

1. Формирование совокупности условий и ограничений реализации исследования.
2. Осуществление опроса экспертного сообщества, с целью выявления предпочтений при выборе и количественной оценки шансов и рисков, критериев оценки, а также сравнения шансов и рисков.
3. Проведение мероприятий, направленных на формирование оптимальной стратегии.
4. Получение практических результатов, их обобщение и анализ.
5. Формирование выводов.

Программные инструменты, примененные в данном исследовании, – электронный ресурс Online Test Pad и программа для обработки табличных данных MS-Excel.

Ожидаемый результат реализации исследований – формирование оптимальной стратегии осуществления процессов импортозамещения оборудования обеспечения бесперебойного электропитания для предприятий сферы инфокоммуникаций, при условии реального наличия аналогов указанного выше оборудования, производства отечественных компаний.

Постановка задачи

Таким образом, нами будет осуществлен компаративный анализ двух основных стратегий импортозамещения оборудования для систем обеспечения бесперебойного электропитания, а именно: A_1 – полная переориентация при проектировании системы электропитания на отечественное оборудование в краткосрочной перспективе, в случае ухода с рынка РФ ряда зарубежных компаний; A_2 – поэтапная замена указанного выше оборудования на протяжении достаточно длительного промежутка времени, с учетом существования гипотетической возможности возврата на российский рынок компаний, временно приостановивших деятельность (в данном случае, вполне возможно будет вернуться к ранее спроектированным и эксплуатируемым на практике элементам структуры обеспечения бесперебойного электропитания предприятий сферы инфокоммуникаций).

По мнению сообщества экспертов, выбор стратегии A_1 позволит не допустить реализацию на практике ситуации, при которой существует риск не просто отказа соответствующего оборудования, но и к потере важной информации или ее уничтожению (модификации). При этом, такого рода стратегия потребует осуществления перепроектирования всей системы обеспечения бесперебойного электропитания в короткие сроки и, соответственно, существенных инвестиций. Однако, в данном случае, возможно купировать ситуацию, связанную с формированием вероятного дефицита отечественного оборудования или же резкого увеличения цен на такие технические средства. Аналогичные негативные факторы могут сформироваться также и при выборе стратегии A_2 , но они могут «проявиться» через определенный промежуток времени (весьма существенный). Кроме того, если приостановившие свою деятельность в РФ корпорации, занимающиеся поставкой и обслуживанием оборудования для систем электропитания, примут решение возобновить свою производственную деятельность, то данный сегмент рынка будет для них частично потерян, в связи с полной заменой существующих систем бесперебойного электропитания в сфере телекоммуникаций на те, которые ориентированы на применение технических средств отечественных производителей. Эксклюзивной является лишь ситуация относительно оборудования зарубежных фирм, не имеющих адекватных и эффективных аналогов.

Стратегия A_2 подразумевает, что в течение, как минимум, полугода прежние организации, которые занимались поставкой оборудования для систем электропитания и его сервисным обслуживанием возобновят производственную деятельность в РФ и, в связи с этим, замену оборудования эффективнее реализовывать поэтапно, в течение длительного промежутка времени. В этом случае, вполне возможно, есть смысл отказаться от дальнейшего перепроектирования и реорганизации системы электропитания или же в полном объеме ориентироваться на «досанкционную» стратегию, предусматривающую организацию и реализацию системы бесперебойного питания с привлечением иностранных партнеров. Однако, в таком случае, придется отказаться от оборудования российских производителей и от соответствующего сервисного обслуживания аппаратуры этими организациями.

Возможен также компромиссный вариант, предусматривающий применения на практике для обеспечения бесперебойного электропитания технических и программных средств нескольких компаний одновременно, к варианту с частичным обслуживанием системы бесперебойного электропитания. При выборе стратегии A_2 инвестиции в соответствующую аппаратуру и программные средства будут распределены в течение достаточно длительного периода времени. И это достаточно комфортно для телекоммуникационных компаний.

Перед непосредственной реализацией прогнозирования и количественной оценки шансов и рисков необходимо, чтобы экспертное сообщество осуществило формирование и идентификацию следующих множеств:

1. CH – множества возможных «шансовых» случаев (шансов) $c_{hk} \in CH$, $k=1,2,...,l$, где l – количество «шансовых» случаев.

2. RI – множества возможных рисковых случаев (рисков) $r_{ik} \in RI$, $k=1,2,...,m$, где m – количество рисковых случаев.

3. Объединённого множества шансов и рисков $RI \cup CH$.

4. G – множество состояний неопределённого будущего $C_i, i = 1,2,...,i, N$.

Анализ возможных последствий выбора обоих сценариев A_1 и A_2 приводит к формированию следующего множества шансов и рисков $RI \cup CH$, где RI – множество возможных рисковых случаев (рисков) $r_{ik} \in RI$, $k=1,2,...,m$, где m – количество рисковых случаев, а CH – множество возможных «шансовых» случаев (рисков) $c_{hk} \in CH$, $k=1,2,...,i$, где i – количество «шансовых» случаев, которые актуализируются в течение полугода (именно столько времени, по мнению экспертов, будут работать ныне применяемые на практике аппаратно-программные средства до вероятного начала их массового отказа):

1. Шанс 1 (ch_1) – безотказная работа оборудования (событие 1).

2. Риск 1 (r_{i1}) – непредвиденное прекращение финансирования (событие 2).

3. Риск 2 (r_{i2}) – выход оборудования из строя (событие 3).

4. Риск 3 (r_{i3}) – проблемы с поставкой оборудования или возник дефицит оборудования импортозамещения из-за возросшего спроса (событие 4).

Каждое из описанных «шансовых» и рисковых событий может быть оценено с применением совокупности различных критериев. Учитывая, что предлагаемые стратегии решения задачи импортозамещения и временной период безотказной работы оборудования составляют не менее шести месяцев, но не более одного года, то соответствующие шансы и риски можно классифицировать, как такие, что относятся к тактическому уровню. В соответствии с указанным выше предположением составим структуру шансов и рисков при принятии решения по обеспечению бесперебойной работы оборудования в следствии принятого решения стратегий A_1 и A_2 .

Сформированная авторами такого рода структура представлена на рисунке 1.

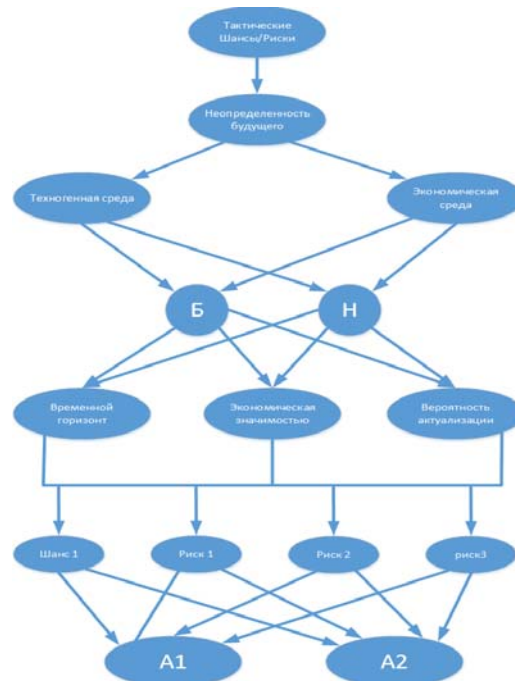


Рис. 1. Структура шансов и рисков относительно принятия решения по реализации стратегий обеспечения бесперебойного электропитания средств телекоммуникаций

Она состоит из неопределенного будущего, составляющих неопределённое будущее (техническая среда, экономическая среда). Состояния неопределенного будущего определяются как благоприятное (Б) и неблагоприятное (Н). Критерии оценки рисков/шансов выбираются на основе предварительно проведенного анализа реальной ситуации в зависимости от степени важности: временной горизонт (F_1); экономическая значимость (F_2); вероятность актуализации (F_3). Под временным горизонтом (F_1) понимается ожидаемые последствия соответствующих шансов и рисков. Экономическая значимость (F_2) – позволяет оценить некоторую экономическую эффективность реализации стратегий. Вероятность актуализации (F_3) – соответствует вероятности актуализации шансов /рисков в краткосрочной или же долгосрочной перспективе.

Для выявления наиболее эффективной стратегии (A_1 или A_2) воспользуемся стандартной методикой осуществления прогнозирования и количественной оценки шансов и рисков. Такого рода методика достаточно подробно представлена в публикации Мадеры А.Г. «Риски и шансы: Неопределённость, прогнозирование и оценка» [3]. Как правило, она реализуется в несколько этапов, а именно:

1. Определение количественных мер шансов и рисков.
2. Определение вероятностей актуализации шансов и рисков.
3. Определение величин шансов и рисков.
4. Определение полной величины шансов и рисков, взвешенных по всем состояниям неопределённого будущего для данной альтернативы.
5. Определение полных вероятностей актуализации каждого полного шанса и риска.
6. Определение суммарных шансов и рисков.
7. Определение комплексного показателя шансов и рисков.

Прогнозирование и количественная оценка шансов и рисков при выборе стратегии замещения импортного оборудования систем бесперебойного электропитания при наличии отечественных аналогов

Для вычисления количественных мер всех идентифицированных рисков и шансов множества $RIUCH$ необходимо оценить интенсивность рисков и шансов в соответствии с совокупностью критериев F для всех вариантов сочетания между имеющейся в наличии альтернативой A состояниями неопределённого будущего $C_i, i = 1, 2 \dots i, N$, то есть для всех (A_i, C_i).

Определение величин:

- интенсивностей $m_{F_1}^{rl,k}, m_{F_2}^{rl,k}, m_{F_3}^{rl,k}$ для каждого k -го риска ri_k ,
- интенсивностей $m_{F_1}^{ch,k}, m_{F_2}^{ch,k}, m_{F_3}^{ch,k}$ для каждого k -го шанса ch_k .

При этом, по каждому из совокупности критериев F_1, F_2, F_3 F_1, F_2, F_3 проводится сравнением по единой абсолютной шкале, приведенной в общей методике прогнозирования и количественной оценки шансов и рисков [2].

Результаты оценки интенсивностей, проведенной экспертным сообществом, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка интенсивности шансов и рисков по всем критериям для различных решений и состояний неопределённости

Шансы/риски	Состояние будущего					
	Благоприятное (Б)			Неблагоприятное (Н)		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
	Стратегия A_1					
ch_1	0,51	0,51	0,51	0,124	0,124	0,124
ri_1	0,065	0,065	0,065	0,124	0,124	0,124
ri_2	0,252	0,252	0,124	0,252	0,252	0,252
ri_3	0,065	0,065	0,065	0,252	0,252	0,252
Стратегия A_2						
ch_1	0,51	0,51	0,51	0,124	0,124	0,124
ri_1	0,065	0,124	0,124	0,252	0,252	0,252
ri_2	0,124	0,124	0,124	0,252	0,252	0,252
ri_3	0,124	0,124	0,124	0,252	0,252	0,252

Для определения количественной меры каждого риска и шанса необходимо знать приоритеты критериев f_1, f_2, f_3 критериев F_1, F_2, F_3 , которые определяются по принципу парного сравнения и методом собственного значения [4].

Опрос представителей экспертного сообщества позволил ранжировать критерии, относительно их приоритета, следующим образом: $F_2 > F_3 > F_1$. Степени предпочтения устанавливаются фундаментальной шкалой, в методе анализа иерархий. Матрица парных сравнений в нашем случае имеет вид, представленный в таблице 2.

Таблица 2

Матрица парных сравнений критериев и приоритетов критерий

	F ₁	F ₂	F ₃	f
F ₁	1	0,33	0,5	0,1630
F ₂	3	1	2	0,5399
F ₃	2	0,5	1	0,2971

Согласно методике расчета максимальное собственное значение матрицы парных сравнений составляет $\lambda_{max} = 3,005$, на основе чего реализуем определение отношения согласованности ОС.

$$ОС = (\lambda_{max} - 1) / ((m - 1)СИ),$$

где $m = 3$ – число элементов в строке матрицы; СИ = 0,58 – табличное значение, находится относительно m . Полученное в результате реализации расчетов численное значение ОС = 0,0047 < 0,1 < 0,1, свидетельствует о том, что матрица согласованная и значениям приоритетов вполне достоверны [3].

Количественные меры шансов и рисков определяются по формулам:

$$M_{rl,k}(A, C_t) = f_1 \cdot m_{F_1}^{rl,k} + f_2 \cdot m_{F_2}^{rl,k} + f_3 \cdot m_{F_3}^{rl,k}. \quad (1)$$

$$M_{ch,k}(A, C_t) = f_1 \cdot m_{F_1}^{ch,k} + f_2 \cdot m_{F_2}^{ch,k} + f_3 \cdot m_{F_3}^{ch,k}. \quad (2)$$

Результаты вычисления количественной меры шансов и рисков представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Количественные меры шансов и рисков для различных решений и состояний неопределённости

Шансы/риски	Стратегия			
	А ₁		А ₂	
	Состояние будущего			
	Б	Н	Б	Н
ch ₁	0,51	0,124	0,510	0,124
г ₁	0,065	0,124	0,114	0,252
г ₂	0,214	0,252	0,124	0,252
г ₃	0,065	0,252	0,124	0,252

Как свидетельствуют результаты анализ, данные относительно количественных мер шанса и рисков для стратегий А₁ и А₂, не позволяют вполне адекватно судить о явном преимуществе одной из стратегий.

Определение вероятностей актуализации шансов и рисков

Согласно указанной выше методике, прогнозирование и количественной оценки шансов и рисков вероятности актуализации шансов и рисков: $P_{ch,k}(A_t, C_t)$, $P_{rl,k}(A_t, C_t)$ (шанса 1 – $P_{ch,1}(A_t, B)$, $P_{ch,1}(A_t, H)$; риска 1 – $P_{rl,1}(A_t, B)$, $P_{rl,1}(A_t, H)$; риска 2 – $P_{rl,2}(A_t, B)$, $P_{rl,2}(A_t, H)$; риска 3 – $P_{rl,3}(A_t, B)$, $P_{rl,3}(A_t, H)$), в общем то являются субъективными, поскольку относятся к единичным событиям.

Они определяются каждым отдельно взятым экспертом, исходя из его личного видения ситуации и понимания сущности совокупности событий. Согласованность, обоснованность и надежность субъективных суждений эксперта может быть существенно увеличены, если использовать принцип парного сравнения и метод собственного значения.

Результаты определения субъективных вероятностей актуализации шансов и рисков приведены в таблице 4.

Таблица 4

Вероятности актуализации шансов и рисков для различных стратегий и состояний будущего

Шансы/ риски	Стратегия А1										
	состояние благоприятное (Б)					состояние неблагоприятное (Н)					
	ch1	г11	г12	г13	Вероятности		ch1	г11	г12	г13	Вероятности
ch1	1	3	4	2	0,647	ch1	1	0,33	0,25	0,5	0,113
г11	0,33	1	2	0,5	0,221	г11	3	1	0,5	2	0,331
г12	0,25	0,5	1	0,33	0,132	г12	4	2	1	3	0,556
г13	0,5	2	3	1	0,385	г13	2	0,5	0,33	1	0,190
$\lambda_{max} = 4,026$, ОС=0,0096						$\lambda_{max} = 4,026$, ОС=0,0096					
Стратегия А2											
Состояние благоприятное (Б)						Состояние неблагоприятное (Н)					
	ch1	г11	г12	г13	Вероятности		ch1	г11	г12	г13	Вероятности
ch1	1	3	2	4	0,516	ch1	1	0,5	0,33	4	0,203
г11	0,33	1	0,5	2	0,177	г11	2	1	0,5	3	0,297
г12	0,5	2	1	3	0,307	г12	3	2	1	4	0,500
г13	0,25	0,5	0,33	1	0,105	г13	0,25	0,33	0,25	1	0,086
$\lambda_{max} = 4,026$, ОС=0,0096						$\lambda_{max} = 4,148$, ОС=0,0549					

Приведенные выше матрицы являются согласованными и непротиворечивыми, что подтверждается значениями ОС < 0,1.

Данный факт свидетельствует о том, что полученным значениям вероятности вполне достоверны.

Определение величин шансов и рисков (произведение количественных мер и вероятностей актуализации)

Величины шансов и рисков определяются следующими выражениями:

$$Ch_k(A, C_t) = M_{ch,k}(A, C_t) \cdot P_{ch,k}(A, C_t) \quad (3)$$

$$R_k(A, C_t) = M_{rl,k}(A, C_t) \cdot P_{rl,k}(A, C_t), \quad (4)$$

где $M_{ch,k}(A, C_t)$, $M_{rl,k}(A, C_t)$ – количественные меры шансов и рисков, значения которых приведены в таблице 3; $P_{ch,k}(A, C_t)$, $P_{rl,k}(A, C_t)$ – вероятности актуализации шансов и рисков, приведенные в таблице 4.

Результаты вычисления величин шансов и рисков представлены в таблице 5.

Таблица 5

Величины шансов и рисков

	А ₁		А ₂	
	Б	Н	Б	Н
ch ₁	0,329874	0,014040	0,263289	0,025225
г ₁₁	0,014397	0,041002	0,020221	0,074852
г ₁₂	0,028179	0,140139	0,038064	0,125885
г ₁₃	0,024999	0,047988	0,013034	0,021554

Определение полной величины шансов и рисков, взвешенных по всем состояниям неопределённого будущего для данной альтернативы

Полные величины шансов и рисков определяются выражениями:

$$Ch_k(A) = \sum_{i=1}^N Ch_k(A, C_i) \cdot P(C_i) \quad (5)$$

$$R_k(A) = \sum_{i=1}^N R_k(A, C_i) \cdot P(C_i) \quad (6)$$

где $Ch_k(A, C_i), R_k(A, C_i)$ – величины шансов и рисков, приведённые в таблице 5; $P(C_i)$ – вероятность актуализации всех состояний будущего через некоторое время (1 – 1,5 года) после практической реализации принятой стратегии в благоприятном для достижения производственных целей предприятия инфокоммуникаций с «экспертной» вероятностью $P(B) = 0,65$ и в неблагоприятном – с «экспертной» вероятностью $P(B) = 0,35$.

Результаты реализации расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Полные величины шансов и рисков

Шансы/риски	A ₁	A ₂
ch ₁	0,21933	0,17997
r ₁₁	0,02371	0,03934
r ₁₂	0,03305	0,06880
r ₁₃	0,03305	0,01602

Определение полных вероятностей актуализации каждого полного шанса и риска

Полные вероятности актуализации каждого полного шанса и риска, определяем по формулам [1]:

$$P_{ch,1}(A_t) = P(B)P_{ch,1}(A_t, B) + P(H)P_{ch,1}(A_t, H), \quad (7)$$

$$P_{rl,1}(A_t) = P(B)P_{rl,1}(A_t, B) + P(H)P_{rl,1}(A_t, H), \quad (8)$$

$$P_{rl,2}(A_t) = P(B)P_{rl,2}(A_t, B) + P(H)P_{rl,2}(A_t, H), \quad (9)$$

$$P_{rl,3}(A_t) = P(B)P_{rl,3}(A_t, B) + P(H)P_{rl,3}(A_t, H), \quad (10)$$

где $P_{ch,1}(A_t, B), P_{ch,1}(A_t, H)$ вероятности актуализации шанса 1; $P_{rl,1}(A_t, B), P_{rl,1}(A_t, H)$ – вероятности актуализации риска 1; $P_{rl,2}(A_t, B), P_{rl,2}(A_t, H)$ – вероятности актуализации риска 2; $P_{rl,3}(A_t, B), P_{rl,3}(A_t, H)$ – вероятности актуализации риска 3. Данные приведены в таблице 4. Вероятности актуализации всех состояний будущего соответственно $P(B) = 0,65, P(H) = 0,35$.

Результаты сведены в таблицу 7.

Таблица 7

Полные вероятности актуализации каждого полного шанса и риска

Шансы/риски	Решение	
	A ₁	A ₂
ch ₁	0,46	0,41
r ₁₁	0,26	0,22
r ₁₂	0,28	0,37
r ₁₃	0,32	0,10

Определение суммарных шансов и рисков

Для определения суммарных шансов и рисков нами будет использована информация относительно численных значений полных вероятностей актуализации шансов и рисков $P_{ch,i}(A_i)$ и $P_{rl,i}(A_i)$, которая приведена в таблице 7, а также $Ch_k(A)$ и $R_k(A)$ – численные значения полных величин шансов и рисков (приведены в таблице 6).

Суммарные шансы и риски для нашего расчета будем находить с помощью выражений:

$$Ch(A_1) = Ch_1(A_1) \cdot P_{ch,1}(A_1) = 0,1009 \quad (11)$$

$$Ch(A_2) = Ch_1(A_2) \cdot P_{ch,1}(A_2) = 0,0732 \quad (12)$$

$$R(A_1) = R_1(A_1) \cdot P_{rl,1}(A_1) + R_2(A_1) \cdot P_{rl,2}(A_1) + R_3(A_1) \cdot P_{rl,3}(A_1) = 0,0258 \quad (13)$$

$$R(A_2) = R_1(A_2) \cdot P_{rl,1}(A_2) + R_2(A_2) \cdot P_{rl,2}(A_2) + R_3(A_2) \cdot P_{rl,3}(A_2) = 0,0359 \quad (14)$$

Определение комплексного показателя шансов и рисков для решений A1 и A2

Комплексные показатели $R\&Ch(A_1)$ и $R\&Ch(A_2)$ определяем следующим образом:

$$R\&Ch(A_1) = \beta_{ch}(A_1) \cdot Ch(A_1) - \beta_R(A_1) \cdot R(A_1), \quad (15)$$

$$R\&Ch(A_2) = \beta_{ch}(A_2) \cdot Ch(A_2) - \beta_R(A_2) \cdot R(A_2). \quad (16)$$

Однако, кроме найденных нами суммарные шансы $Ch(A_1)$, $Ch(A_2)$ и суммарные риски $R(A_1)$, $R(A_2)$ необходимо знать коэффициенты относительной важности шансов $\beta_{ch}(A_i)$ и рисков $\beta_R(A_i)$. Экспертное сообщество считает: при принятии обоих сценариев шансы более значимы, чем риски. Коэффициенты важности для определенного решения выбора стратегии составляют для шансов $\beta_{ch}(A_1) = 0,7$, $\beta_{ch}(A_2) = 0,6$, а для рисков $\beta_R(A_1) = 0,3$, $\beta_R(A_2) = 0,4$.

Значения комплексного показателя шансов и рисков $R\&Ch(A_1)$ и $R\&Ch(A_2)$ для стратегических решений A1 и A2 будут следующими:

$$R\&Ch(A_1) = 0,06289$$

$$R\&Ch(A_2) = 0,02956$$

Выводы

Сравнение численных значений приведенных выше комплексных показателей свидетельствует о том, что $R\&Ch(A_1) > R\&Ch(A_2)$. Поэтому из двух стратегий импортозамещения средств обеспечения бесперебойного электропитания, при условии наличия соответствующих отечественных аналогов, следует выбрать именно вариант A1. Таким образом, при прекращении деятельности зарубежных организаций в России необходимо как можно быстрее заменить оборудование электропитания на аналогичное отечественное оборудование или оборудования стран, не принимающих участие в санкционной компании, в не зависимости от того, что вполне возможно через определенное время возвращение прежних поставщиков услуг и оборудования для систем обеспечения бесперебойного электропитания производственных структур сферы телекоммуникаций.

Литература

1. Вентцель Е.С. Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Высшая школа, 2010. 480 с.
2. Мадера А.Г. Риски и шансы: Неопределённость, прогнозирование и оценка. Изд. Стереотип. М.: КРАСАНД, 2020. 488 с.
3. Мадера А.Г. Математические модели и принятие решений в управлении: Руководство для топ-менеджеров: Учебник. Изд. стереотип. М.: ЛЕНАНД, 2022. 688 с.
4. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
5. Яблочников С.Л., Шакиров К.Ф. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций». Лабораторный практикум для бакалавров (Направление подготовки: 110203). Часть I. 2018. 56 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37785110>
6. Абрамкин Р.В., Педан А.В., Винограденко А.М. Методика контроля и прогнозирования технического состояния системы вторичного электропитания полевых объектов связи на основе нейросетевого подхода // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 3. С. 4-18. DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-3-4-18. EDN AINLJV.
7. Абрамкин Р.В. Обобщенная модель функционирования центра связи в условиях отказов элементов системы электропитания // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. Т. 13. № 6. С. 4-15. DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-6-4-15. EDN RUAAOV.
8. Терентьев А.В., Арифиллин И.В., Егоров В.Д., Андреев А.Ю. Математические модели принятия решений в интеллектуальных транспортных системах // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2021. № 1(64). С. 106-113.
9. Диденко С.И., Усиков С.М. Энергосбережение при применении кинетических солнцезащитных устройств // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2020. № 3(62). С. 92-97.
10. Мельникова Т.Е., Мельников С.Е., Завязкина В.В. Электромобили: перспективы и пути развития // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2019. № 3(58). С. 22-26.
11. Султыгова А.А. О путях экономического роста в концепциях преобразования действующей модели экономики России // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2019. № 3(56). С. 120-126.
12. Долина О.Н., Жидкова М.А., Шпилькина Т.А., Ахметжанова Э. У. Реализация политики импортозамещения в автомобильной промышленности // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2017. № 2(49). С. 22-28.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ» ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ»

Дымкова Светлана Сергеевна,

Московский технический университет связи и информатики

Москва, Россия

ds@media-publisher.ru

Аннотация

Основным способом организации взаимодействия ученых является обеспечение каждого участника научного процесса высокооперативной и качественной информацией о состоянии дел в науке в целом и на ее переднем крае в частности. Эту функцию выполняет система научной коммуникации. В статье описывается реализация рабочей программы «Основы научной коммуникации» в рамках преподавания специальности «Системный анализ и обработка информации» в Московском техническом университете связи и информатики. Учтены: цели освоения программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, структура и содержание дисциплины, тематический план работы, фонд оценочных свойств, а также методические рекомендации для студентов и аспирантов по освоению дисциплины.

Ключевые слова: информационные системы, научные исследования, научные коммуникации.

Введение

В ходе информатизации общества традиционные формы коммуникации дополняются электронными информационными средствами и телекоммуникационными системами. Однако пока эти средства не приводят к существенным системным изменениям в научном общении, которое достаточно устойчиво и весьма консервативно, несмотря на то, что они значительно увеличивают пропускную способность каналов связи, повышают эффективность контактов и т. д.,

Рабочая программа «Основы научных коммуникаций» составлена в соответствии с требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам разработки программ с учетом различных форм образования, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

Наукометрическое представление формально и субсимволично и по-прежнему нуждается в интерпретации. Сосредоточенность на неопределенности, содержащаяся в распределении, дополнительно связывает наукометрию с (неоэволюционным) изучением сложных и адаптивных систем. Имитационные модели все чаще используются для изучения роли наукоемких технологий в инновационных процессах. Тем не менее, эта специальность остается ориентированной на данные из-за своей миссии предоставлять индикаторы для процессов политики в области науки и технологий и управления исследованиями и разработками [14-15].

Результаты систематических исследований научной коммуникации позволили существенно уточнить, а в чем-то даже пересмотреть представления о структуре и динамике локальных научных сообществ [1]. Эти уточнения коснулись, прежде всего, представлений о связи между интенсивностью, целенаправленным распространением и структурой контактов в том или ином сообществе и состоянием изученности вопросов, над которыми работают члены сообщества, темпами продвижения исследований.

Цель освоения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на усовершенствование базовых профессиональных знаний и умений обучающихся аспирантов в области методологии и технологии научной коммуникации, на формирование у аспирантов совокупности видов и форм профессионального общения в научном сообществе, составляющего основу теории научной коммуникации в исследовательской деятельности (в соответствии с профилем подготовки).

Задачи дисциплины:

– овладение базовыми коммуникативными знаниями, лежащими в основе становления будущего конкурентоспособного специалиста;

- углубление знаний аспирантов по теоретико-методологическим и технологическим аспектам основных форм научной коммуникации;
- получение целостного представления о феномене коммуникации в широком научном контексте и общие сведения о моделях коммуникации;
- формирование умений системного подхода при освоении и применении современных методов научного исследования, анализе научной информации необходимой для решения задач в научной деятельности;
- освоение современных технологий сбора научной информации, подготовки обзоров, аннотаций, написание научных статей, составление рефератов и библиографических списков по тематике проводимых исследований с применением методов научной коммуникации в соответствии с профилем подготовки;
- формирование мотивации аспирантов на коммуникативное саморазвитие в области особенностей языка научного текста и различных аспектов устной и письменной коммуникации в науке.

Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Основы научных коммуникаций» включена в образовательный блок дисциплин учебного плана и реализуется по научным специальностям:

- Искусственный интеллект и машинное обучение;
- Системный анализ, управление и обработка информации;
- Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей;
- Методы и системы защиты информации, информационная безопасность.

Дисциплина опирается на знания, умения и компетенции, приобретенные и сформированные в результате изучения дисциплин профессионального цикла, а также математического и естественнонаучного цикла подготовки бакалавров и магистров. Освоение дисциплины позволит выполнить публикационную программу, необходимую для защиты диссертационной работы.

Рабочая программа «Основы научных коммуникаций» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся [2].

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины «Основы научных коммуникаций» аспирант должен:

Знать:

- мировые стандарты использования современных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках;
- правила профессиональной этики, характерные для научной коммуникации.

Уметь:

- применять нормы и правила иностранного языка в процессе научной коммуникации;
- включаться в процесс общения и управлять им;
- свободно осуществлять аннотирование, оценивать научную информацию в профессиональной литературе по специальности на иностранном и государственном языке.

Владеть:

- видами коммуникации: монологической, диалогической и письменной речью;
- инновационным инструментарием, приемами и технологиями использования научной коммуникации в профессиональной деятельности.

Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа. Процесс изучения реализуется при очной форме обучения во 2-м, 3-м, 4-м семестрах. Промежуточная аттестация предусматривает зачет во 2-м семестре и экзамен в 4-м семестре.

Распределение дисциплины по видам работ представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	2-й семестр (указание часов по семестрам)	3-й семестр (указание часов по семестрам)	4-й семестр (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	28	20		8
В том числе:				
Лекции	16	12		4
Практические занятия	12	8		4
Самостоятельная работа(всего)	80	24	36	20
Форма аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)		Зачет		Экзамен 36
Общая трудоемкость дисциплины	Часы 144			

Тематический план учебной дисциплины представлен в таблице 2.

Таблица 2

Тематический план учебной дисциплины «Основы научных коммуникаций»

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупненно)	Всего	Аудиторная работа (лекции и семинары)	Внеаудиторная работа
Раздел 1. Понятие научных коммуникаций, история развития и роль в современном мире	2	2	
Раздел 2. Наукометрические базы данных и социальные сети ученых. Регистрация и создание авторских профилей	10	4	6
Раздел 3. Наукометрические инструменты и работа с базами данных	12	6	6
Раздел 4. Основы академического письма	20	8	12
Всего за 2-й семестр	44	20	24
<i>Зачет</i>			
Самостоятельная работа по подаче статей на конференции / в научные журналы, ожидающие рецензирования и переписка с редакциями			36
Всего за 3-й семестр	36		36
Раздел 5. Сопровождение статьи до публикации и после индексации		8	20
Всего за 4-й семестр	28	8	20
<i>Экзамен (при наличии)</i>			
Итого по дисциплине	144	64	80

Лекции и практические занятия по дисциплине

Дисциплина «Основы научных коммуникаций» разделена на пять тематических разделов, содержащих восемь лекций и шесть практических работ.

Лекция 1. Структура курса, критерии оценивания, полезная литература. Понятие научных коммуникаций, история развития и роль в современном мире.

Лекция 2. Наукометрические базы данных и социальные сети ученых. Регистрация и создание авторских профилей.

Лекция 3. Наукометрические инструменты.

Лекция 4. Работа с базами данных.

Лекция 5. Правила написания статей. Публикационная этика.

Лекция 6. Правила составления аннотации и списков литературы

Лекция 7. Оформление статьи в шаблоне издания. Подача статьи. Сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Лекция 8. Редактирование авторских профилей. Привязка публикаций и цитирований.

Практическая работа 1. Наукометрические базы данных и социальные сети ученых. Регистрация и создание авторских профилей.

Практическая работа 2. Наукометрические инструменты и работа с базами данных.

Практическая работа 3. Составление прототипа статьи по теме диссертации.

Практическая работа 4. Составление прототипа аннотации и списка литературы статьи по теме диссертации.

Практическая работа 5. Подача статьи на конференцию или в журнал.

Практическая работа 6. Привязка публикаций и цитирований в РИНЦ, редактирование профиля в Publons, составление заявок на корректировку библиографических записей в Web of Science, Scopus.

Фонд оценочных свойств

Контрольные вопросы и задания. Основанием для получения зачета во втором семестре является демонстрация заполненных пяти авторских профилей с аффилиацией университета в РИНЦ, Google Scholar, ORCID, Researchgate и Publons.

Оценочные свойства. Основание для сдачи экзамена в четвертом семестре является наличие научных публикаций, индексируемых в наукометрических базах данных, с аффилиацией университета, отображенных в пяти авторских профилях в РИНЦ, Google Scholar, ORCID, Researchgate и Publons.

Статус публикаций и их количество для получения соответствующей оценки приведем в таблице 4.

Таблица 4

Статус публикации для получения оценки

Статус публикации	Индексация и количество (штук) для оценки		
	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Без соавторов	РИНЦ = 1	BAK = 1; или РИНЦ = 3	Web of Science, Scopus = 1; или BAK = 2
С соавторами из дальнего зарубежья, аффилированными за свои страны	РИНЦ = 1	BAK = 1; или РИНЦ = 3	Web of Science, Scopus = 1; или BAK = 2
С соавторами из России и стран СНГ	Доля автора в публикации = 1 / (число соавторов); В сумме из нескольких публикаций необходимо набрать 1	Доля автора в публикации = 1 / (число соавторов); В сумме из нескольких публикаций необходимо набрать 1 (BAK = 1, РИНЦ = 1/3)	Доля автора в публикации = 1 / (число соавторов); В сумме из нескольких публикаций необходимо набрать 1 (BAK = 1/2)

Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля по овладению компетенциями: текущий, промежуточный контроль (зачет, экзамен), контроль самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде устного опроса обучающихся на практических занятиях, и при предъявлении ими результатов выполненных заданий.

Промежуточный контроль осуществляется в форме зачета и экзамена в конце второго и четвертого семестров.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в течение всего семестра. Преподаватель самостоятельно определяет формы контроля самостоятельной работы в зависимости от содержания разделов и тем, Выносимых на самостоятельное изучение. Такими формами могут являться: тестирование, презентации, контрольные работы. Результаты контроля самостоятельной работы обучающихся учитываются при осуществлении промежуточного контроля по дисциплине.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью часов обучения. На этот вид работы отводится до 60% от общего объема часов.

На самостоятельное изучение выносятся задания, направленные на:

- работу с интегрированной средой разработки, с электронными образовательными ресурсами;
- овладение и закрепление основной терминологии по направлению;
- работу со специальной литературой как способом приобщения к последним мировым научным достижениям в профессиональной среде (включая интернет-ресурсы: www.elibrary.ru, www.scholar.google.com, www.researchgate.net, www.scopus.com, www.webofscience.com, <https://orcid.org>).
- основные приемы составления аннотаций и написания рефератов.

Самостоятельная работа может быть аудиторной (выполнение отдельных заданий на занятиях) и внеаудиторной.

Для выполнения самостоятельной работы используются: учебники и учебные пособия; мультимедийные средства, работа в сети Интернет, использование обучающих программ, учебных сайтов, электронных образовательных ресурсов.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- проработку лекционного материала и материала, изучаемого на практических занятиях;
- выполнение полученных заданий;
- подготовку к зачету и экзамену.

Методические рекомендации по изучению дисциплины и зарубежный опыт

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля за усвоением компетенций: текущий, промежуточный контроль (зачетный, экзаменационный), контроль самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме устного опроса студентов на практических занятиях, а также при предъявлении результатов выполненных заданий.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета и экзамена в конце второго и четвертого семестров.

Самостоятельная работа контролируется в течение всего семестра. Преподаватель самостоятельно определяет формы контроля самостоятельной работы в зависимости от содержания разделов и тем, выносимых на самостоятельное изучение. Такими формами могут быть: тестирование, презентации, тесты. Результаты контроля самостоятельной работы студентов учитываются при осуществлении промежуточного контроля по дисциплине.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью учебных часов. На этот вид работ отводится до 60% от общего количества часов.

Для самостоятельного изучения представляются задания, направленные на:

- работа с интегрированной средой разработки, с электронными образовательными ресурсами;
- овладение и закрепление базовой терминологии по направлению;
- работа со специальной литературой как способ внедрения новейших мировых научных достижений в профессиональную среду (в том числе интернет-ресурсы: www.elibrary.ru, www.scholar.google.com, www.researchgate.net, www.scopus.com, www.webofscience.com, <https://orcid.org>).
- основные приемы составления аннотаций и написания рефератов.

Для выполнения самостоятельной работы используются: учебники и учебные пособия; мультимедийные средства, работа в сети Интернет, использование обучающих программ, образовательных сайтов, электронных образовательных ресурсов [3-6, 11].

Самостоятельная работа может быть аудиторной (выполнение индивидуальных заданий на уроке) и внеаудиторной [7-10].

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- отработка лекционного материала и материала, изучаемого на практических занятиях;
- выполнение полученных заданий;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

В настоящее время многие университеты мира ввели курсы подготовки специалистов в области анализа публикационной активности. Также активно проводятся занятия со студентами по данному направлению исследований.

Например, Европейская летняя школа наукометрии была основана в 2010 году Венским университетом, Берлинским университетом им. Гумбольдта, Институтом исследовательской информации и обеспечения качества (iFQ) и Католическим университетом Лёвена в ответ на отсутствие соответствующего наукометрического образования (особенно в немецкоязычных странах) и растущему спросу на менеджеров по качеству исследований. Сегодня ESSS предлагает обучение, охватывающее основные аспекты количественного анализа науки и техники, и специально разработано для нужд разработчиков научной политики, менеджеров по качеству исследований, ученых и специалистов по информационным технологиям.

Наукометрические процедуры все шире используются для анализа достижений и тенденций в науке и технике, а также для информирования при принятии решений на разных уровнях. Обработка данных, построение и интерпретация индикаторов требуют компетентных экспертных знаний, которые в настоящее время доступны только в ограниченной степени для всех заинтересованных сторон, в основном из-за отсутствия возможностей для обучения.

На основе введения основных теоретических концепций студенты могут ознакомиться с наиболее часто используемыми базами данных, узнать, как извлекать и обрабатывать соответствующие данные, как создавать соответствующие индикаторы и как правильно интерпретировать данные.

Передаваемые теоретические знания и знания о применяемых методах и техниках закрепляются на практических занятиях, чтобы гарантировать устойчивый опыт обучения.

Стоит отметить при этом, что большой объем научных и других дисциплинарных знаний выходит за рамки публикаций, проиндексированных в международных базах данных Scopus и Web of Science. Английский язык является первым языком только для 5% населения мира (Ethnologue. 2018. Languages of the World. <https://www.ethnologue.com>), однако в 2018 году 95,37% публикаций WoS и 92,64% из Scopus на английском языке [13]. Например, китайские ученые опубликовали 528 623 статьи в Scopus в 2018 году (почти все на английском языке), но почти 447 800 статей в китайской базе данных Scientific and Technical Papers and Citations, опубликованы на китайском языке, в том числе 21 605 статей по китайской медицине, что относится к глобальным научным интересам. Эти публикации в значительной степени недоступны для не носителей языка.

Творчество часто проявляется через команды, и знания не могут быть признаны до тех пор, пока они не будут переданы. Однако библиометрия устанавливает авторство научных работ по названным авторам и сочетаниям авторов. Аналогичным образом, признание патента закрепляет абсолютную собственность за отдельными авторами и корпорациями. Не все аспекты международного сотрудничества видны в данных о глобальной науке. Два фактора видны и часто измеряются. Это международное цитирование статей, означающее признание и невзаимный когнитивный перенос, и международное соавторство статей, непосредственно идентифицирующее социальное отношение.

Рост объема библиометрической продукции слабо коррелирует с расширением возможностей национальной системы, о чем свидетельствует государственное финансирование исследований в университетах и государственных институтах. Например, в Китае с 2000 по 2018 год финансирование исследований в сфере высшего образования увеличилось в постоянных ценах в 10,24 раза, а статьи китайских авторов в Scopus – в 9,96 раза. Соответственно, финансирование Японии было умножено на 1,03, а бумаги – на 1,02. В период с 2000 по 2015 гг. число выпускников докторантуры росло в США на 2,9% в год, в Великобритании на 5,7%, в Китае на 10,9%. В Германии эквивалент штатных исследователей в системе высшего образования вырос с 67 087 в 2000 году до 114 868 в 2018 году [12].

Международное сотрудничество поощряется национальными научными системами, условиями грантов в Европе, которые способствуют развитию команд, и отдельными университетами посредством карьерных стимулов, вознаграждающих глобальные публикации.

Абсолютный объем работ, написанных в международном соавторстве, увеличивается практически повсеместно. Рост доли международных публикаций более разнообразен.

Заключение

Наблюдение за коммуникативной активностью отдельных ученых показало, что поведение отдельного исследователя, его заинтересованность в контактах с коллегами различны в разные периоды его работы над той или иной проблемой.

Отмечается достаточно активный поиск контактов на этапе выбора темы очередного исследования и формулирования исследовательской гипотезы. Это объясняется тем, что ученому нужна самая актуальная информация о состоянии дел в выбранной области исследовательского фронта. От этого зависит выбор темы работы, определение ее перспективности и оценка возможности получения приемлемого для сообщества результата в установленные сроки (перед коллегами).

Далее следует резкое снижение коммуникативной активности – выбор сделан, ведется интенсивная исследовательская работа, а ненужные контакты лишь отвлекают от цели, а иногда приводят к утечке важной информации о промежуточных результатах, которых автор еще не получил. понял.

Разработанная рабочая программа «Основы научных коммуникаций» способствует развитию навыков самостоятельной работы с наукометрическими базами данных и расширению научных контактов аспирантов. Отличительной особенностью программы является выделение свободного от лекций и семинаров семестра для самостоятельной подготовки научной статьи и подачи ее для публикации в научном журнале. Результат этой работы включается в фонд оценочных свойств. Это дает возможность оценить практическую работу аспиранта и сформировать первую часть его программы публикаций для подготовки диссертационного исследования.

Литература

1. IEEE. Appropriate Use of Bibliometric Indicators for the Assessment of Journals, Research Proposals, and Individuals, Internet Communication, https://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/ieee_bibliometric_statement_sept_2013.pdf.
2. Fayzullin R. R., Lerner I. M., Solodukho N. M., Dymkova S. S., Il'in V. I. Formation of a Competency Model in Teaching Students of Technical Universities with Hearing Impairment, which Implements a Conveyor-Based Approach to Learning // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488367.

3. *Dymkova S. S., Varlamov O. V.* Peer Review Procedure as the Main Criterion for Confirmation Researcher's Scientific Work Quality : According results of the international conference SYNCHROINFO // 2022 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840923.
4. *Dymkova S. S.* Identifying and Implementing Successful Scientific Projects, in the Framework of "IEEE Technology and Engineering Management Society" Events // 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2020, pp. 1-7, doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261533.
5. *Варламов О.В., Дымкова С.С., Городилина М.В.* Авторские профили в наукометрических базах данных. Учебно-методическое пособие. Москва, 2020.
6. *Khadonova S. V., Ufimtsev A. V., Dymkova S. S.* Wide application innovative monitoring system with personal smart devices // 2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Svetlogorsk, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/SYNCHROINFO49631.2020.9166115.
7. *Dymkova S. S., Dymkov A. D.* Synchronizing of moving object with novel 3D maps imaging // 2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO), Svetlogorsk, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/SYNCHROINFO49631.2020.9166029.
8. *Dymkova S. S., Dymkov A. D.* Multifactorial methodology of cycling routes time calculation based on 3D maps // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2021, pp. 1-8, doi: 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416046.
9. *Cals J.W., Kotz D.* Researcher identification: the right needle in the haystack. The Lancet, no. 371, 2008, pp. 2152-2153.
10. *Braun T., Glänzel W., Schubert A.* Scientometric Indicators. Philadelphia: World Scientific, 1985. 250 p.
11. *Dymkova S.* Collaboration enhancing between industry staff and university researchers in international scientific communications system // 2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), Vienna, Austria, 2022, pp. 1-7.
12. *Marginson Simon.* Global science and national comparisons: beyond bibliometrics and scientometrics // Comparative Education, 2022, no. 58:2, pp. 125-146, DOI: 10.1080/03050068.2021.1981725
13. *Vera-Baceta M., Thelwall M., Kayvan K.* Web of Science and Scopus Language Coverage // Scientometrics, 2019, no. 121, pp. 1803-1813.
14. *Золотарева К.Г., Терновская Л.О.* Императивы перехода на нелинейную модель обучения в инженерном ВУЗе // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2018. № 3(54). С. 3-8.
15. *Макаренко Е.И., Соловьев А.Н.* Формирование социально-профессионального ресурса будущей технической интеллигенции ВУЗе // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2018. № 3(55). С. 3-8.