

# Визуализация качества (состояния) психологического климата в коллективе на основе обработки акустической информации о речевом взаимодействии

Алюшин В.М.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Россия  
ORCID: 0000-0002-3816-6239, [VMalyushin@mephi.ru](mailto:VMalyushin@mephi.ru)

## Аннотация

Предложены методы визуализации состояния психологического климата в коллективе на основе обработки акустической информации о речевом взаимодействии. В качестве исходных данных для оценки состояния психологического климата в коллективе используются данные об уровне психоэмоционального напряжения говорящего. Выделены два основных подхода, ориентированные на визуализацию персонального уровня конфликтности каждого члена коллектива и визуализацию общего психологического климата в коллективе. Для визуализации персонального уровня конфликтности предлагается использовать круговые диаграммы, отображающие уровень межличностных отношений работника с остальными членами коллектива. Для визуализации состояния психологического климата в коллективе предложено использовать круговой граф, позволяющий отобразить все существующие в коллективе межличностные отношения. Для отображения уровня персональной конфликтности используются различные формы представления информации. Количественная форма позволяет отобразить численную оценку уровня конфликтности в виде площади сектора в случае использования круговых диаграмм, либо в виде длины отрезка хорды графа. Качественная форма представления информации дает возможность отобразить данные о конфликтности в виде оттенка красного цвета. Применение двух форм отображения данных делает визуализацию информации более наглядной и структурированной, что повышает эффективность ее оперативного использования. Проведенная лабораторная апробация предложенных методов визуализации подтвердила их эффективность при решении задач управления человеческим фактором.

**Ключевые слова:** психологический климат, человеческий фактор, акустические технологии, управление персоналом.

## 1. Введение

Безопасность и безаварийность эксплуатации опасных объектов во многом зависит от так называемого психологического климата в коллективе. Под психологическим климатом обычно понимается совокупность личностных и межличностных показателей, характеризующих, в первую очередь, уровень командного взаимодействия в коллективе, уровень конфликтности, стрессоустойчивость членов коллектива, уровень владения навыками саморегуляции и самоконтроля. Особую значимость

имеет психологический ресурс коллектива. Данная характеристика определяет умение правильно, быстро и слаженно решать возникающие проблемы в стрессовых ситуациях в случае возникновения нештатных и аварийных режимов эксплуатации опасного объекта. Наиболее важным показателем в этом плане является время реакции членов коллектива. Обеспечение надежной безаварийной работы опасного объекта требует, в том числе, постоянного мониторинга за состоянием психологического климата в коллективе (рабочей смене бригаде, расчете, экипаже), осуществ-

ляющем оперативное управление таким объектом.

Осуществление непрерывного мониторинга за психологическим климатом в коллективе является сложной научной, методической и технической задачей. Одним из путей ее решения является использование акустических технологий для оценки текущего психоэмоционального состояния каждого члена коллектива [1, 2]. Наиболее информативным в этом плане является анализ речи членов коллектива [3-7].

Анализ речи человека для оценки текущего психоэмоционального состояния человека используется на практике достаточно широко. Так, например, в психологии обычно оперируют с несколькими уровнями анализа речевой информации, ориентированными на изучение ее психосемантического [8], паралингвистического [9], психолингвистического [10], прагматического [11] и синтаксического аспектов [12].

К сожалению, многие из перечисленных аспектов речи доступны для анализа только для достаточно протяженных во времени устных сообщений. Например, при периодических обследованиях в специализированных лабораториях психо-физиологического обеспечения опасных объектов. В этих случаях возможно достаточно достоверно оценить, например, совокупность психолингвистических параметров речи. Типичными представителями вышперечисленных параметров являются, например, коэффициенты Трейгера, опредмеченности действия и директивности [13]. Первые два из перечисленных коэффициентов оценивают отношение количества глаголов к количеству соответственно прилагательных и существительных во фрагменте речи. Третий коэффициент определяется как относительное число слов речи, выражающих экспрессию.

Спецификой обработки речи персонала управления опасным объектом является ее достаточно небольшая продолжительность. Как правило, это короткие устные команды и распоряжения. Это обстоятельство обуславливает актуальность применения, в первую

очередь, паралингвистического анализа речи. Такой анализ обычно включает в себя оценку темпа речи, ее громкости, мелодичности, динамики изменения тембра и основного тона, а также определение характера заполнения пауз между словами [14-19]. Данный вид анализа позволяет также определить гендерные признаки говорящего [20-22]. Практическая применимость данного подхода обусловлена принятым на большинстве опасных объектов протоколом командного взаимодействия. Данный протокол предполагает обязательное повторение принятых к исполнению членами коллектива команд и распоряжений. Это позволяет осуществить персонализированную обработку речевых распоряжений руководящего состава, а также ответов исполнителей.

К сожалению, прямое практическое использование паралингвистического анализа речи в большинстве случаев сильно затруднено. Основными причинами являются: высокий уровень акустических шумов и помех на рабочем месте, а также одновременное ведение устного диалога различными членами коллектива. Одним из возможных путей решения данной проблемы является авторский подход, предполагающий использование для регистрации речевого сигнала многоканальной фазированной акустической системы с высокой пространственной избирательностью [1]. Высокая избирательность достигается за счет формирования приемной системой многолепестковой диаграммы направленности. При этом пространственная ориентация каждого лепестка соответствует расположению в помещении членов коллектива. Формирование такой диаграммы направленности, а также обработка речевого сигнала осуществляется в полностью автоматическом режиме. Ввиду вычислительной сложности решаемой задачи подход предполагает использование современных средств параллельной обработки данных.

Такой подход позволяет осуществить выделение полезного голосового сигнала

ла каждого работника на фоне интенсивных акустических помех и шумов. Паралингвистический анализ речи дает возможность определить признаки, коррелирующие с уровнем нервного возбуждения говорящего [9, 14-19]. Типичным признаком, например, является так называемый тремор голоса. Этот эффект, в частности, проявляется в модуляции форматных частот говорящего [16-19]. Таким образом, подход позволяет в реальном масштабе времени оценить уровень стресса каждого из членов коллектива. При этом удается получить оценки уровня взаимной неприязни, обусловленные уровнями стресса со стороны разговаривающих сторон.

Для правильного решения кадровых вопросов важен не только текущий уровень стресса у членов коллектива, но также и динамика его развития. Представление объективных данных о текущем психоэмоциональном состоянии коллектива, а также динамики его изменения в компактной и наглядной форме является актуальной задачей. Решение данной задачи востребовано, в первую очередь, при обеспечении безаварийной эксплуатации опасных объектов. Не менее важными областями являются также: проведение учебно-тренировочных занятий на тренажерах, а также проведение специализированных занятий с целью развития навыков саморегуляции и самоконтроля.

Визуализация информации о текущем персональном психоэмоциональном состоянии всех членов коллектива с помощью обычных временных диаграмм [15, 17-19] малоприспособлена. Основная причина – большое число графиков, которые необходимо постоянно отображать на мониторе и анализировать.

Необходимо отметить, что на практике для отображения межличностных отношений достаточно широко используются графы [23]. Однако их классический вид мало подходит для отображения динамики изменения межличностных отношений в коллективе.

Целью исследования является развитие методов визуализации состояния

психологического климата в коллективе на основе обработки полученной акустической информации о речевом взаимодействии его членов.

## 2. Описание взаимодействия и психологического климата в коллективе

Для описания межличностного взаимодействия в коллективе предлагается использовать авторскую методику [1], предполагающую использование матрицы

$$Q[i, j], \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, N,$$

где  $N$  – общее число членов коллектива.

Каждый элемент данной матрицы  $q_{ij}$  характеризует уровень психоэмоционального напряжения, возникающего у  $i$ -го члена коллектива при его устном общении с  $j$ -ым членом коллектива. По этой причине диагональные элементы матрицы обычно равны нулю, так как случай устного общения работника с самим собой не рассматривается:

$$q_{ij} = 0 \text{ для } i=j, \quad i=1, \dots, N.$$

Возможный диапазон изменения значений элементов матрицы  $Q$  обычно составляет  $0 \leq q_{ij} \leq 100$  [1]. В нем можно выделить ряд характерных поддиапазонов, характеризующих различные уровни психоэмоционального напряжения человека:

- $0 \leq q_{ij} \leq 30$  – область расслабленного, спокойного состояния;
- $30 < q_{ij} \leq 70$  – область повышенного напряжения, легкого раздражения;
- $70 < q_{ij} \leq 100$  – область сильного раздражения, неадекватного поведения, истерики.

Симметричные элементы матрицы  $q_{ij}$  и  $q_{ji}$  не всегда коррелируют друг с другом. Так, в случае одинакового взаимного неприятия между  $i$ -ым и  $j$ -ым членами коллектива эти элементы могут быть практически одинаковыми, а их численное значение находится в диапазоне 30-100:

$$30 \leq q_{ij} = q_{ji} \leq 100.$$

Однако, в большинстве случаев, такие элементы матрицы имеют различные

значения. При этом, значение одного из таких элементов может находиться в области, соответствующей спокойному расслабленному состоянию, а значение другого элемента – в области повышенного напряжения, например:

$$0 < q_{ij} < 30, 30 \leq q_{ji} \leq 100.$$

Рассматриваемая авторская методика дает возможность описывать как долго-временные, так и кратковременные эффекты взаимодействия в коллективе. Так, если значения матрицы  $Q$  характеризуют психоэмоциональное состояние каждого члена коллектива на протяжении достаточно продолжительного интервала времени, то можно говорить о ее квазистатическом характере. В этом случае речь может идти о всей рабочей смене, либо неделе, месяце и даже годе. В таких случаях результаты анализа матрицы могут быть использованы для обоснованного решения вопросов комплектации рабочих бригад, профессионального отбора и назначения на новые должности.

При решении учебно-тренировочных задач, направленных на развитие навыков коллективной работы, на обучение методам саморегуляции и самоконтроля, приходится иметь дело с динамической матрицей  $Q$ . Матрица  $Q$  в этом случае характеризует текущее психоэмоциональное состояние работников коллектива. Это состояние может сильно варьироваться в течение всего учебно-тренировочного занятия. В данном случае формирование динамической матрицы  $Q$  и ее визуализация являются одними из основных элементов современной технологии обучения с так называемой биологической обратной связью [24].

Сущность технологии тренировок, тестирования, либо обучения с биологической обратной связью заключается в использовании информационного канала, который обеспечивает визуализацию для тренируемого, тестируемого либо обучаемого человека текущей информации о его функциональном и психоэмоциональном состоянии. С этой целью осуществляется регистрация текущих биопараметров человека. Например,

сердечного ритма и его variability, параметров дыхания, артериального давления, времени реакции, уровня возбуждения периферической нервной системы. Анализ данных биопараметров позволяет оценить текущее состояние человека. Для этого на практике обычно используется компьютеризированная обработка данных, полученных с датчиков, регистрирующих упомянутые выше биопараметры. До недавнего времени в качестве таких датчиков использовались в основном классические контактные датчики, например, давления, пульса, кожно-гальванической реакции, фотоплетизмограммы, двигательной активности. Однако наличие большого числа соединительных проводов, а также сами датчики создают существенные неудобства, затрудняют свободное естественное движение и, самое главное, оказывают сильное психоэмоциональное воздействие на человека. А это может приводить к искажению оценок текущего состояния человека.

По этой причине в последнее время для регистрации текущих биопараметров человека применяются неконтактные дистанционные технологии. Данные технологии в полностью пассивном режиме осуществляют измерение необходимых биопараметров. Наиболее перспективными технологиями такого класса являются акустические и оптические. В минимальном варианте возможно использование только акустической технологии, которая позволяет путем обработки, прежде всего, спектральной информации, определить целую совокупность биопараметров, характеризующих текущее состояние нервной системы, системы дыхания и сердечно-сосудистой системы человека.

Визуализация в режиме реального времени информации о текущем функциональном и психоэмоциональном состоянии осуществляется одновременно с выдачей оценок. Например, состояние нормальное, либо расслабленное, либо сильно возбужденное и даже стрессовое. Получая такую информацию, человек с помощью специальных методик старается вернуть свое состояние в разряд

нормальных. Типичным примером могут служить специальные дыхательные упражнения, выполнение которых в процессе тестирования, тренировок, либо обучения способствует снижению сердечного ритма и артериального давления.

Таким образом, принципиальным моментом при использовании технологии с биологической обратной связью является возможность получения оценок текущего состояния человека. Доступность таких данных позволяет в автоматизированном режиме отрабатывать, например, навыки самоконтроля и саморегуляции.

### 3. Учет структуры рабочего коллектива

Весь рабочий коллектив можно подразделить на рядовых членов (исполнителей) и руководящее звено управления. Численность последнего даже для небольших рабочих бригад, смен и подразделений может составлять от одного до 3-5 человек и зависит, в первую очередь, от сложности выполняемых коллективом производственных задач. Для решения сложных комплексных задач руководящий состав обычно включает в себя общего руководителя коллектива и как минимум заместителей по различным важным направлениям производственной деятельности.

Проведенные статистические исследования показывают, что наибольшей текучестью обладают рядовые члены коллектива. Обычно это молодые сотрудники с невысокой квалификацией и небольшим опытом работы на данном предприятии. В своей массе они не владеют на необходимом уровне навыками коллективной работы и культурой общения, не всегда соблюдают производственную дисциплину. Руководящие кадры, как правило, имеют значительный опыт работы, обладают высокой квалификацией и культурой общения в коллективе. Текучесть кадров для этой категории работников минимальна. По этим причинам наиболее актуальным является мониторинг и анализ межлич-

ностных взаимоотношений между рядовыми членами коллектива, а также между рядовыми членами коллектива и руководящим составом. Мониторинг межличностных отношений между членами руководящего состава коллектива по вышеперечисленным причинам менее актуален.

С учетом рассмотренной типичной структуры рабочего коллектива матрица  $Q$  в общем случае имеет следующий вид [1, 2]:

$$Q[i,j] = \begin{bmatrix} RR[i,j] & RG[k,l] \\ GR[m,n] & GG[s,d] \end{bmatrix},$$

где подматрица  $RR[i,j]$ ,  $i=1, \dots, NR$ ;  $j=1, \dots, NR$  характеризует отношения между рядовыми членами коллектива;

подматрица  $RG[k,l]$ ,  $k=1, \dots, NR$ ;  $l=1, \dots, NG$  характеризует отношения между рядовыми членами коллектива и представителями руководящего состава;

подматрица  $GR[m,n]$ ,  $m=1, \dots, NG$ ;  $n=1, \dots, NR$  характеризует отношения между представителями руководящего состава и рядовыми членами коллектива;

подматрица  $GG[s,d]$ ,  $s=1, \dots, NG$ ;  $d=1, \dots, NG$  характеризует отношения между членами руководящего состава;

$NR$  – общее число рядовых членов коллектива;

$NG$  – общее число членов руководящего состава;

$$NR + NG = N.$$

Выделенные подматрицы  $RR$ ,  $RG$  и  $GR$  дают возможность осуществить визуализацию персональных характеристик рядовых членов коллектива. Визуализация персональных характеристик членов руководящего состава, находящихся в подматрице  $GG$ , может быть в случае необходимости осуществлена по аналогии с визуализацией данных подматрицы  $RR$ .

Рассматриваемые в работе методы визуализации ориентированы, в первую очередь, на решение задач анализа уровня конфликтности каждого из рядовых членов рабочего коллектива, а также анализ качества психологического климата в коллективе.

#### 4. Визуализация уровня персональной конфликтности

На рис.1 дана иллюстрация предлагаемого метода визуализации уровня пер-

сональной конфликтности на примере рядового члена коллектива R1. Для рассматриваемого примера  $NR=5$  и  $NG=5$ .

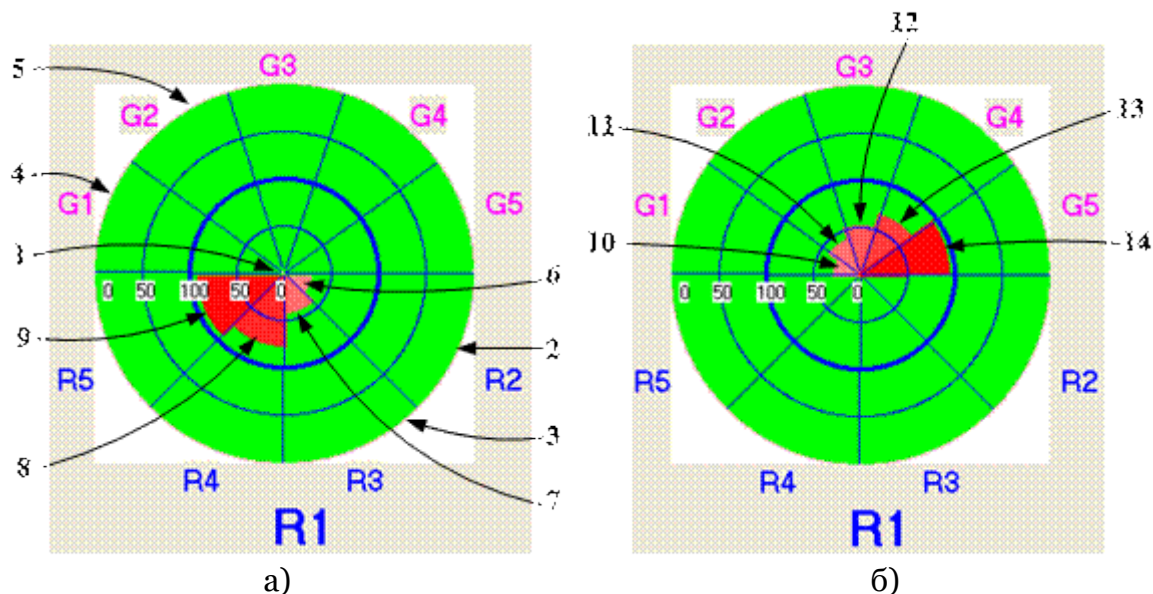


Рис.1. Визуализация уровня персональной конфликтности работника R1 при взаимодействии с рядовыми членами коллектива (а) и представителями руководящего состава (б)

Для этой цели предлагается использовать круговую диаграмму, центр которой 1 соответствует рассматриваемому рядовому члену коллектива R1. Все поле круговой диаграммы поделено на сектора. При этом в секторах нижнего полуокруга диаграммы (рис.1а) на основе данных подматрицы RR отображаются показатели конфликтности рассматриваемого члена коллектива с другими рядовыми членами. Например, в секторах 2 и 3 отображается взаимодействие члена коллектива R1 соответственно с рядовыми членами R2 и R3. Аналогичным образом, на верхнем полуокруге диаграммы (рис.1б) на основе данных подматрицы RG отображаются показатели конфликтности с представителями руководящего состава. Например, в секторах 4 и 5 представляется информация об уровне конфликтности работника R1 соответственно с руководителями G1 и G2.

На круговой диаграмме используются две формы отображения данных. Ко-

личественно уровни конфликтности отображаются в виде частей соответствующих секторов, окрашенных в красные тона. При этом размер этих областей пропорционален показателю уровня конфликтности. Максимальный уровень конфликтности (100 единиц) на диаграмме соответствует окружности половинного радиуса.

Качественно уровни конфликтности отображены также в оттенке красного цвета. При этом более яркие красные цвета, например, 8, 9 и 13, 14 соответствуют высоким показателям конфликтности, а более блеклые, например, 6, 7 и 10, 11, 12 – низким показателям. В представленном на рис.1а примере визуализации уровня конфликтности работника R1 были использованы следующие значения элементов подматрицы RR:

$$RR[1, j = 1, \dots, 5] = \{0, 32, 45, 80, 95\}.$$

Для представленного примера визуализации (рис.1б) уровня конфликтности работника R1 с представителями звена

управления были использованы следующие значения элементов подматрицы RG:

$$RG[1, l = 1, \dots, 5] = \{31, 43, 55, 70, 97\}.$$

Для визуализации уровня взаимоотношений рядовых членов коллектива, а также представителей звена управления

с рассматриваемым работником R1 используется аналогичный подход. Для этой цели используется периферийная зона круговой диаграммы. На рис.2 представлена иллюстрация данной ситуации.

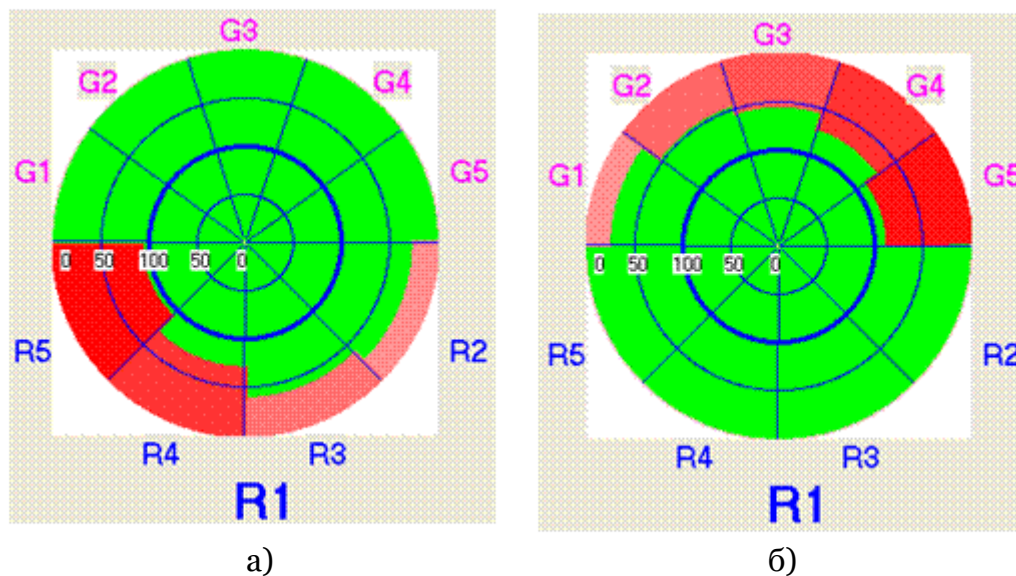


Рис.2. Визуализация уровня персональной конфликтности рядовых членов коллектива (а) и представителей руководящего состава (б) при взаимодействии с работником R1

Для представленных на рис.2а и рис.2б примерах визуализации были использованы следующие значения элементов соответствующих подматриц RR и GR:

$$RR[i = 1, \dots, 5, 1] = \{0, 29, 42, 74, 96\}.$$

$$GR[1, n = 1, \dots, 5] = \{27, 49, 58, 75, 91\}.$$

Рассмотренные круговые диаграммы позволяют осуществить визуализацию персональной конфликтности каждого члена рабочего коллектива. Они могут быть адаптированы к заданным параметрам NR и NG, определяющим структуру коллектива. Круговые диаграммы характеризуются высокой наглядностью и имеют понятную интерпретацию – чем больше по размеру и яркости центральная область – тем более высокий уровень конфликтности данного пред-

ставителя коллектива. Это обстоятельство делает их удобными для использования при проведении учебно-тренировочных занятий с биологической обратной связью [24], а также при решении кадровых вопросов.

## 5. Визуализация качества психологического климата в коллективе

Для визуализации качества психологического климата в коллективе предлагается использовать круговой граф, пример которого показан на рис.3. Данный граф предназначен для отображения уровня конфликтности между всеми членами рабочего коллектива.

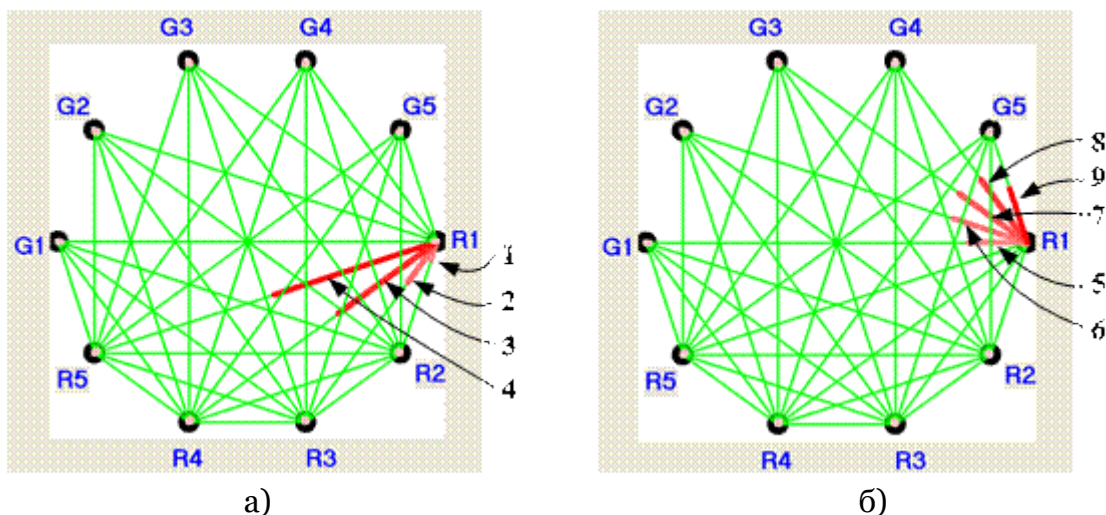


Рис.3. Пример визуализации качества психологического климата в коллективе: принцип отображения уровня конфликтности работника R1 по отношению к рядовым членам коллектива (а) и представителям руководящего звена управления (б)

Число вершин графа соответствует общему числу членов коллектива. Вершины графа (R1 – R5), расположенные в нижней части графа, соответствуют рядовым членам коллектива. Вершины графа (G1 – G5), расположенные в верхней части графа, соответствуют представителям руководящего звена управления. Ребра графа используются для отображения уровней конфликтности между членами коллектива, ассоциирующимися с соответствующими ребрами графа.

Принципы отображения информации о персональной конфликтности членов коллектива во многом аналогичны рассмотренным ранее. Так, каждое ребро графа разделено на две равные части. Середина ребра соответствует показателю конфликтности равному 100. Численные значения уровня конфликтности каждой из сторон отображаются отрезками красного тона, начинающимися у соответствующих вершин графа. При этом длина отрезков пропорциональна соответствующим показателям конфликтности. В том случае, когда показатели уровней конфликтности для обеих сторон имеют предельные показатели, красные отрезки смыкаются и все ребро становится красным. Для качественного отображения персональных уровней конфликтности также используется яркость красного тона. Максимальный уровень конфликтности со-

ответствует наиболее яркому красному цвету. Минимальный уровень конфликтности – бледно-розовому цвету.

На рис.3 данный подход проиллюстрирован на примере работника R1. Отрезки ребер 1-4 (рис.3а) имеют различные длины и оттенки красного цвета, что соответствует различным уровням конфликтности данного сотрудника с другими рядовыми членами коллектива R2-R5. Аналогичным образом, отрезки ребер 5-9 (рис.3б) отображают различные уровни конфликтности сотрудника R1 с представителями звена управления G1-G5. В представленных на рис.3а и рис.3б примерах были использованы значения показателей конфликтности соответственно подматриц RR и RG, аналогичные применявшимся ранее.

Представленная форма визуализации интегрирует в себе все доступные данные о персональной конфликтности, представленные в подматрицах RR, RG и GR. Форма имеет наглядный вид, допускающий понятную однозначную интерпретацию.

## 6. Экспериментальная апробация методов визуализации

Рассмотренные методы визуализации были использованы при проведении учебно-тренировочных занятий с раз-



личными инструкторами по отработке командного взаимодействия. Их применение позволило осуществить текущий

контроль за тренировочным процессом, а также выявить в каждом коллективе наиболее конфликтующих членов.

Типичный пример результатов визуализации уровня конфликтности каждого из пяти рядовых членов коллектива представлен на рис.4. Для визуализации были использованы подматрицы RR, RG и GR с исходными данными, определяющими зарегистрированные с помощью акустической технологии уровни персональной конфликтности. Численные значения для элементов подматриц представлены в табл.1-3.

Таблица 1 – Значения элементов матрицы RR для рассматриваемого примера

RR[i, j], i=1,...,5, j=1,...,5		i-ый работник коллектива				
		i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j-ый работник коллектива	j=1	0	82	65	98	75
	j=2	94	0	25	32	30
	j=3	22	15	0	22	25
	j=4	63	23	21	0	11
	j=5	37	26	18	19	0

Таблица 2 – Значения элементов матрицы GR для рассматриваемого примера

GR[m, n], m=1,...,5, n=1,...,5		m-ый работник коллектива				
		m=1	m=2	m=3	m=4	m=5
n-ый руководитель коллектива	n=1	38	25	11	25	16
	n=2	43	16	24	16	13
	n=3	23	23	15	31	19
	n=4	35	23	29	27	33
	n=5	45	16	12	28	16

Таблица 3 – Значения элементов матрицы RG для рассматриваемого примера

RG[k, l], k=1,...,5, l=1,...,5		k-ый руководитель коллектива				
		k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
l-ый работник смены	l=1	45	61	74	54	66
	l=2	23	21	16	23	34
	l=3	21	18	23	15	18
	l=4	17	19	23	31	18
	l=5	18	25	26	13	13

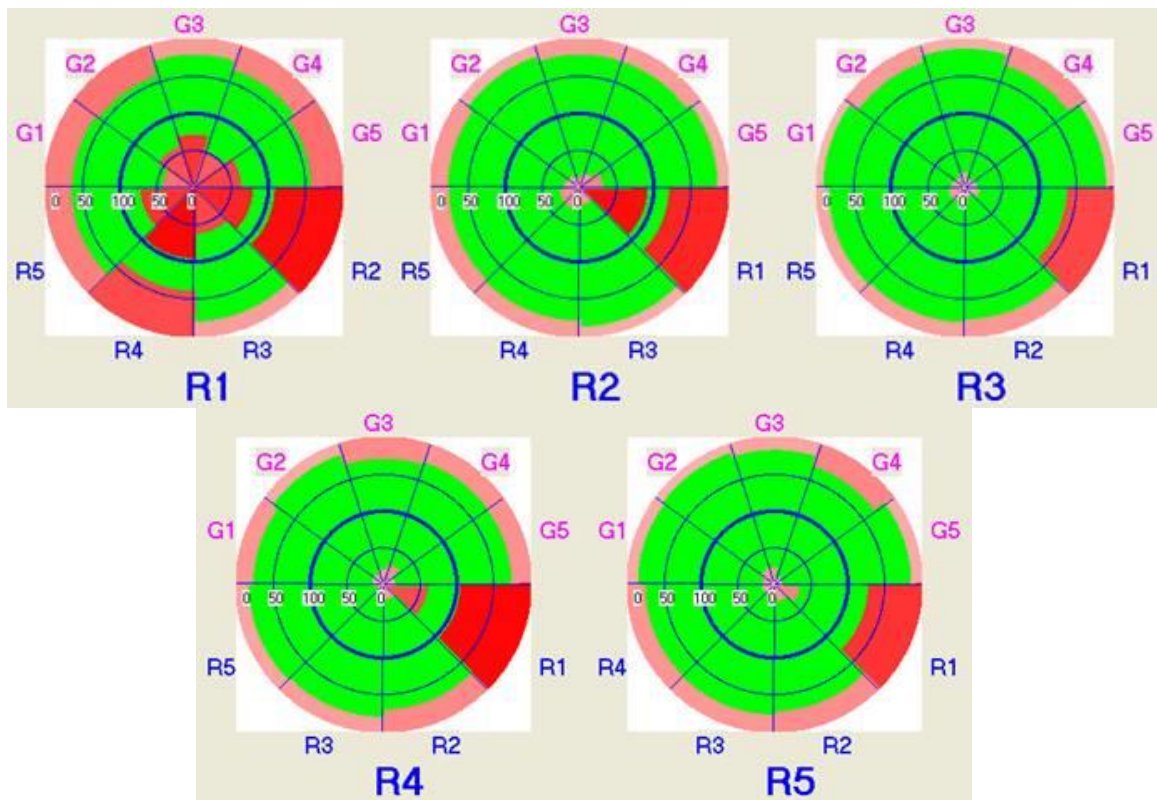


Рис.4. Пример визуализации уровня персональной конфликтности в коллективе

Анализ представленных круговых диаграмм показывает, что наибольшей персональной конфликтностью характеризуется сотрудник R1. Его показатели конфликтности превышают показатель 50 практически для всех членов коллектива. Наиболее напряженные отношения данный сотрудник имеет с сотрудниками R2 и R4. При этом сами эти сотрудники R2 и R4 характеризуются нормальными взаимоотношениями с остальными членами коллектива. По этой причине сотрудник R1 является первым кандидатом на перевод из данного коллектива в другой, а также первым кандидатом для прохождения дополнительных тренировочных занятий по освоению навыков самоконтроля и саморегуляции. Наименее конфликтными являются сотрудники R3 и R5.

На рис.5 представлен результат визуализации качества психологического климата в рассматриваемом коллективе. Из представленного примера отчетливо видно, что в целом психологический климат в коллективе доброжелательный. Исключение составляет сотрудник R1, поведение которого принципиально отличается от остальных членов коллек-

тива. Возможными решениями проблемы являются следующие:

- замена данного сотрудника на другого;
- назначение испытательного срока для данного сотрудника после прохождения им цикла учебно-тренировочных занятий с целью снижения уровня конфликтности.

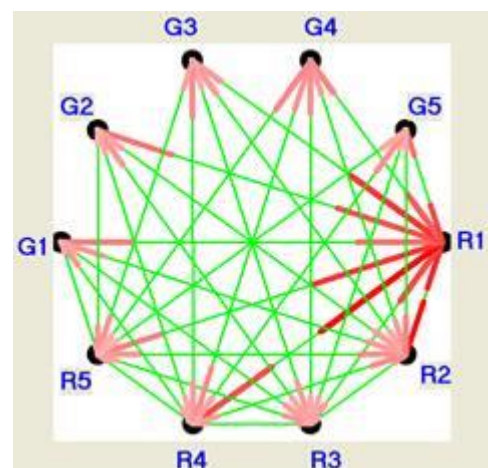


Рис.5. Пример визуализации качества психологического климата в коллективе

## 7. Заключение

Рассмотренные методы визуализации дают возможность повысить наглядность и информативность данных за счет структурирования персональной информации, получаемой при анализе речевого взаимодействия в коллективе.

Метод визуализации персональной конфликтности на основе использования круговых диаграмм является одним из основных звеньев технологии проведения учебно-тренировочных занятий с биологической обратной связью. Кроме этого, данный метод является инструментом для решения многих кадровых задач по управлению человеческим фактором, так как позволяет своевременно выявить членов коллектива с наибольшей конфликтностью.

Метод визуализации качества психологического климата в коллективе на основе использования кругового графа следует рассматривать в качестве эффективного инструмента для мониторинга текущего психологического здоровья коллектива, что имеет важное значение для обеспечения безопасной и безаварийной эксплуатации опасных объектов.

Исследование выполнено в НИЯУ МИФИ при поддержке Гранта Российского научного фонда (РНФ) № 16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

## Список литературы

1. Алюшин В.М. Диагностика психоэмоционального состояния на основе современных акустических технологий // Вопросы психологии. 2015. № 3. С. 145–152.
2. Алюшин В.М. Спектральный анализ речевой деятельности как способ оценки психологического климата в коллективе // Вопросы психологии. 2016. № 3. С. 148–156.
3. Карпов О.Н., Глушак К.Н. Алгоритм формирования параметрического представления для оценки функционального состояния и индивидуальности человека по его речи // Речевые технологии. 2014. №1-2. С. 147–154.
4. Кириллов С.Н., Лукьянов Д.И. Оценка возможности выявления психоэмоциональной составляющей речевого сигнала на выходе каналов передачи речевой информации // Речевые технологии. 2016. №1-2. С.13–21.
5. Кириллов С.Н., Лукьянов Д.И. Классификация психоэмоционального состояния человека на основе анализа речевого сигнала с использованием метода группового учета аргументов // Речевые технологии. 2016. №1-2. С. 55–64.
6. Хитров М.В., Давыдов А.Г., Киселёв В.В., Ромашкин Ю.Н., Ткачя А.В. Автоматическое распознавание эмоций по речи с использованием метода опорных векторов и критерия джина // Речевые технологии. 2012. №4. С. 34–43.
7. Schuller B., Batliner A., Steidl S., Seppi D. Recognising realistic emotions and affect in speech: State of the art and lessons learnt from the first challenge // Speech Communication. 2011. Vol. 53. No.9–10. P. 1062–1087.
8. Потапова Р.К. Функционально-речевая специфика просодии и семантики // Речевые технологии. 2014. №1-2. С. 3–21.
9. Tan L.N., Alwan A. Multi-Band Summary Correlogram-based Pitch Detection for Noisy Speech // Speech Communication. 2013. Vol. 55. No.78. P. 841–856.
10. Россохин А.В., Петровская М.Б. ИмPLICITные содержания психоаналитического диалога: экспертные возможности компьютерной психолингвистики // Психологический журнал. 2001. Т.22. №6. С. 77–86.
11. Арутюнова Н.Д. Жанры общения // Человеческий фактор в языке. Коммуникация, модальность, дейксис / [Н.Д. Арутюнова, Т.В. Булыгина, А.А. Кибрик и др.] / Рос. АН. Ин-т языкознания. – М.: Наука, 1992. 280 с.

12. Зулкарнеев М.Ю., Репалов С.А., Шамраев Н.Г. Применение синтаксического анализа в задаче распознавания речи // Речевые технологии. 2012. №1. С. 22–28.
13. [Самохвалов](#) В.П. и др. Психиатрия. Учебное пособие для студентов медицинских вузов / [В.П. [Самохвалов](#), А.А. [Коробов](#), В.А. [Мельников](#), Н.В. [Вербенко](#), В.А. [Вербенко](#), И.В. [Ганзин](#), О.В. [Хренников](#), В.Л. [Родригес-Ания](#)] // Ростов н/Д: Феникс. 2002. 576 с.
14. Dara C., Pell MD. The interaction of linguistic and affective prosody in a tone language. Journal of the Acoustical Society of America, 119(5), 2006. P. 3303–3304.
15. Каганов А.Ш. Взаимосвязь и взаимодополнение составных частей комплексного идентификационного исследования личности по голосу и звучащей речи // Речевые технологии. 2012. №1. С. 46–51.
16. Потапова Р.К., Потапов В.В. Модификация речевого сигнала как следствие наличия эмоциональных состояний «страх»/«тревожность» // Речевые технологии. 2012. №1. С. 52–60.
17. Potapova R.K., Potapov V.V. Speech temporal correlates of fear – anxiety (for Russian native speakers) // Proc. of IAFP Conference. Paris. 2001. P. 3–5.
18. Потапова Р.К., Потапов В.В. Временные корреляты эмоций как специфические индивидуальные параметры идентификации говорящего в судебной фонетике (речевые временные корреляты состояний страха/тревожности применительно к русскоговорящим) // Ежегодник Рос. Акустического Общества «Акустика речи и прикладная лингвистика». М., 2002. С. 148–166.
19. Raturkar M. et al. Frequency band analysis for stress detection using a teager energy operator based feature/ [M. Raturkar, J.H.L. Hansen, J. Meyerhoff, G. Savio-lakis, M. Koenig] // Proc. Inter. Conf. on Spoken Language Processing ICSLP-2002, Denver, CO USA, 2002. Vol. 3. P. 2021–2024.
20. Sigmund M. Gender distinction using short segments of speech signal //Int. J. of Computer Science and Network Security, 2008. Vol.8. No.10. P. 159–163.
21. Iseli M., Shue Y.-L., Alwan A. Age, sex, and vowel dependencies of acoustic measures related to the voice source // J. Acoust. Soc. Amer., 2007. Vol. 121. No.4. P. 2283–2295.
22. Сорокин В.Н., Ромашкин Ю.Н., Тананыкин А.А. Распознавание пола по параметрам голосового источника // Речевые технологии. 2012. №4. С. 49–67.
23. Gubanov D.A., Zhilyakova L.Yu. Double-threshold Model of the Activity Spreading in a Social Network // Proceedings of the 11th IEEE International Conference “Application of Information and Communication Technologies (AICT2017)”. 20–22 September 2017. Moscow, Russia. Vol.2. P. 267–270.
24. Абрамова В.Н., Алюшин М.В., Колобашкина Л.В. Психологический тренинг стрессоустойчивости на основе дистанционных неконтактных технологий регистрации биопараметров // Вопросы психологии. 2014. № 6. С. 144–152.