

Повышение надежности установления телефонного соединения за счет использования аудиоинформационных устройств

Ключевые слова:

Энергопотребление, абонентская линия, аудиоинформационное устройство, надежность.

Терехов А.Н.,
Заведующий лабораторией
ГОУ ВПО МТУСИ,
kan1@srd.mtuci.ru

Изменение телефонной нумерации (ТН) снижает комфортность телефонного общения [1], за счет уменьшения надежности установления телефонного соединения (УТС). Известны 5 субъективных критериев, по которым абоненты судят о качестве услуг телефонной связи [2]:

- надежность (вероятность того, что услуга по предоставлению связи будет выполнять свою функцию в течение определенного периода при определенных условиях);
- отзывчивость (стремление или готовность своевременно предоставить услугу);
- безопасность (наличие требуемых навыков и знаний, чтобы выполнить услугу, способность внушать уверенность операторов связи);
- взаимопонимание с абонентом (персонализированное внимание, оказываемое абоненту с целью понимания его потребностей);
- очевидность (физические аспекты услуги: средства обслуживания, инструменты или оборудование, используемые для предоставления услуги связи).

При опросе более 2000 человек оценивалось соотношение этих субъективных критериев: надежность — 34%, отзывчивость — 19%, безопасность — 20%, взаимопонимание с абонентом — 16% и очевидность — 11% (рис. 1). Самым серьезным критерием качества для пользователей услугами связи является ее надежность. В отличие от традиционного понятия

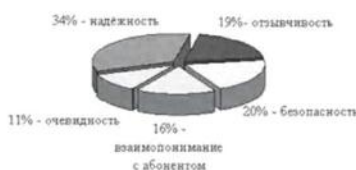


Рис. 1. Данные опроса по критериям оценки качества

Рассмотрены причины снижения надежности установления соединения при изменении телефонной нумерации. Предложены и проанализированы пути решения данной проблемы при использовании аудиоинформационных устройств. Произведена оценка выигрыша от использования аудиоинформационных устройств с "энергонезависимой" передачей информации по сравнению с типовыми. Выполнена оценка снижения надежности при изменении телефонной нумерации и возможность ее компенсации.

надежности [3], зависящей от вероятности безотказной работы (ВБР) каждого элемента системы, в данном случае начинают влиять субъективные факторы общения. Причиной изменения надежности телефонного общения после изменения ТН служит необходимость абонентам, как запоминать новые номера большей разрядности, так и привыкать по-новому, набирать привычные номера. Это приводит к ее снижению за счет появления субъективных факторов — неправильного набора номера, ограниченной оперативной памяти человека и т.д. Учитывая вышесказанное, надежностью в данном случае следует считать вероятность правильного установления телефонного соединения после изменения ТН.

На рис. 2,а изображено установление связи в типовых условиях эксплуатации, при котором вызывающий абонент $Аб_1$ производит набор номера абонента $Аб_2$. В этом случае станция вызываемого абонента — $АТС_1$ автоматически соединяется со станцией вызываемого абонента — $АТС_2$. После чего $АТС_2$ производит соединение с номером абонента $Аб_2$.

Установление соединения при измененном номере изображено на рис. 2,б и происходит в два этапа. Вначале вызывающий абонент $Аб_1$ при вызове по старому номеру вызываемого абонента $Аб_2$, посредством $АТС_1$ и $АТС_2$ попадает на АИУ, оповещающее абонента $Аб_1$ об изменении номера. После чего абонент $Аб_1$ набирает новый номер и происходит соединение между $АТС_1$ и $АТС_3$, позволяющая установить связь с абонентом $Аб_2$. Если же вызывающий абонент уже был оповещен об изменении, то установление связи происходит в один этап, аналогично схеме на рис. 2,а ($Аб_1 \rightarrow АТС_1 \rightarrow АТС_3 \rightarrow Аб_2$). Как видно из рис. 2,б, установление связи возможно либо при наличии у вызываемого абонента сведений об изменении, либо при качественной работе АИУ. Комфортность телефонного общения — субъективное восприятие абонентом изменения условий об-

щения на расстоянии по сравнению с непосредственным общением. Для получения численной оценки [4] снижения комфортности телефонного общения необходимо рассчитать надежность установления телефонного соединения до и после изменения ТН. Также рассчитывается надежность после установки на АТС АИУ, для оценки эффективности от его применения, и позволяющего снизить дискомфорт. Для определения вероятности установления соединения между абонентами с учетом влияния различных факторов рассмотрим расчет надежности УТС

$$P_{тс} = P_{аб} \cdot P_{об}, \quad (1)$$

где $P_{тс}$ — вероятность; $P_{мс}$ — УТС; $P_{об}$ — наличия вызываемого абонента; $P_{аб}$ — ВБР пользовательского (оконченного) и станционного обслуживания.

Из (1) видно, что в типовых условиях надежность УТС зависит только от двух величин, имеющих высокие значения вероятности. Значение этой надежности — 95% и отображено первым столбцом диаграммы на рис. 3. При этом дисперсия может составлять до 2%.

После изменения ТН надежность телефонного соединения уменьшается, и зависит не только от вероятностей, входящих в формулу (1), но также и от вероятности наличия сведений об измененном номере из различных источников (Интернет, пресса, радио и телевидение, знакомые и т.д.). В таких условиях расчет надежности производится по следующей формуле

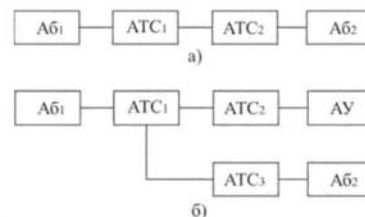


Рис. 2. Установление телефонного соединения

$$P_{\text{ТС мод}} = P_{\text{аб}} \cdot P_{\text{об}} \cdot P_{\text{свед}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{аб}}$ — вероятность; $P_{\text{ТС мод}}$ — УТС после изменения ТН; $P_{\text{об}}$ — наличия вызываемого абонента; $P_{\text{свед}}$ — ВБР оконечного и станционного оборудования; $P_{\text{свед}}$ — наличия сведений об изменении.

Сведения об изменении ТН, доставляемые различными информационными источниками, не являются своевременными, поскольку поступают абоненту до фактического осуществления им телефонного вызова. Они не являются актуальными на данный момент времени и поэтому обычно не запоминаются. Соответственно данная вероятность приводит к существенному снижению надежности УТС на период адаптации абонентов к измененной ТН. Таким образом, надежность УТС после изменения ТН резко падает по сравнению с типовыми условиями эксплуатации АТС, с 95 до 15%, что иллюстрирует второй столбец диаграммы на рис. 3.

Повысить надежность УТС после изменения ТН возможно, установив на АТС специальное оборудование — АИУ, предназначенное для оповещения абонентов об изменении нумерации в момент осуществления вызова по старому номеру. Одним из важных параметров АИУ является надежность его функционирования, основной составляющей которой является его энергоснабжение. Надежность АУ определяется источником его энергоснабжения, которым может быть как сеть переменного тока (220 В) — типовые АИУ, так и постоянного (60 В) — АИУ с энергозависимой передачей информации (ЭПИ). Последние не затрачивают энергию на хранение информации и осуществляют ЭПИ, более подробно рассмотрены в [5].

Для получения численной оценки надежностей УТС от применения АИУ с ЭПИ и типовых АИУ необходимо выразить и рассчитать значения вероятностей достоверного получения абонентами информации об изменении телефонной нумерации. Надежность УТС с применением типовых АИУ будет зависеть от следующих составляющих

$$P_{\text{ТС 220В}} = P_{\text{ТС}} \cdot P_{\text{НОМ}} \cdot P_{\text{АИУ 220В}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ТС}}$ — вероятность УТС в типовых условиях; $P_{\text{НОМ}}$ — вероятности (с применением на АТС типовых АИУ); $P_{\text{ТС 220В}}$ — УТС; $P_{\text{НОМ}}$ — правильного набора номера; $P_{\text{АИУ 220В}}$ — ВБР АУ.

При использовании на АТС АИУ с ЭПИ надежность телефонного соединения записывается следующим образом

$$P_{\text{ТС ЭПИ}} = P_{\text{ТС}} \cdot P_{\text{НОМ}} \cdot P_{\text{АИУ с ЭПИ}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{ТС}}$ — вероятность УТС в типовых условиях; $P_{\text{НОМ}}$ — вероятности (с применением на АТС АИУ с ЭПИ); $P_{\text{ТС ЭПИ}}$ — УТС; $P_{\text{НОМ}}$ — правильного набора номера; $P_{\text{АИУ с ЭПИ}}$ — ВБР АИУ с ЭПИ.

При расчёте надежностей по формулам (3) и (4) вероятность УТС в типовых условиях известна и составляет 95%, существенное влияние, и соответственно различные результаты, оказывают вероятности правильного набора номера и ВБР АИУ. На вероятность правильного набора номера влияют:

- увеличение количества цифр телефонных номеров с 7 до 11;
- качество переданной информации об изменении нумерации, которая передается абоненту при осуществлении вызова по старому номеру. Так как разборчивость передаваемой информации входит в понятие ВБР АИУ, то при разных типах АИУ она будет отличаться. Количество цифр, запоминаемых человеком в оперативной памяти при первичном представлении, ограничено [6]. В связи с этим, вероятность правильного набора номера в зависимости от увеличения количества цифр представляется возможным записать в следующем виде

$$P_{\text{НОМ}} = C \cdot P_7, \quad (5)$$

где $P_{\text{НОМ}}$ — вероятность правильного набора номера; C — коэффициент пропорциональности, определяющий ожидаемое снижение вероят-

ности правильного набора номера за счет ошибок абонента; P_7 — вероятность правильного набора номера в типовых условиях. Предположительно вероятность ошибок возрастает пропорционально увеличению количества цифр набираемого номера, т. е. минимальное значение коэффициента пропорциональности будет следующим — $C = 7/11$. Вторая составляющая, влияющая как на вероятность правильного набора номера, так и на ВБР АИУ — качество передаваемой информации. В связи с этим надежность АИУ рассматривается с позиции достоверного приема информации абонентом.

Вероятность безотказной работы типового АИУ возможно определить исходя из следующей формулы

$$P_{\text{АИУ 220В}} = P_{\text{апп}} \cdot P_{\text{прогр}} \cdot P_{\text{разб}} \cdot P_{\text{220В}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{апп}}$ — вероятность; $P_{\text{АИУ 220В}}$ — ВБР типового АИУ; $P_{\text{апп}}$ — функционирования аппаратной составляющей АИУ; $P_{\text{прогр}}$ — функционирования программной составляющей АИУ; $P_{\text{220В}}$ — энергообеспечения; $P_{\text{разб}}$ — правильной передачи речевого сигнала (разборчивость).

Вероятность безотказной работы АИУ с ЭПИ можно записать следующим образом

$$P_{\text{АИУ с ЭПИ}} = P_{\text{апп}} \cdot P_{\text{прогр}} \cdot P_{\text{энергооб}} \cdot P_{\text{разборч}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{апп}}$ — вероятность; $P_{\text{АИУ с ЭПИ}}$ — ВБР АИУ с ЭПИ; $P_{\text{апп}}$ — функционирования аппаратной составляющей АИУ; $P_{\text{прогр}}$ — функционирова-

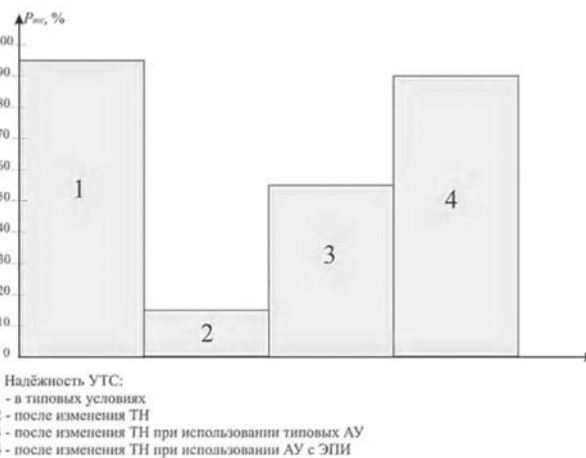


Рис. 3. Надежность установления телефонного соединения при различных условиях

ния программной составляющей АИУ; $P_{\text{энергосб}}$ — энергообеспечение; $P_{\text{разборч}}$ — правильная передачи речевого сигнала (разборчивость).

С точки зрения аппаратной составляющей, АИУ с ЭПИ и типовой АИУ отличаются способом энергообеспечения. Устройства с питанием от АТС (60 В) имеют ряд преимуществ перед своими аналогами, так как они становятся независимыми от напряжения в сети, т.е. при сбоях в подаче электроэнергии в жилые и производственные объекты, АИУ с ЭПИ сохранит свою работоспособность. Таким образом, суммарное значение вероятности функционирования аппаратной составляющей и вероятности энергообеспечения АИУ с ЭПИ выше на 50%, чем у типовых АИУ. Программное обеспечение АИУ с ЭПИ [7] и типовых также различно. Основное отличие, являющееся преимуществом АИУ с ЭПИ — низкое потребление тока в режиме ожидания (ограничение потребления тока от АТС посредством абонентской линии (АЛ)) — за счет этого обеспечивается экономия энергопотребления. Разборчивость передаваемого сигнала зависит от физических параметров тракта телефонной связи, которые имеют высокую надежность. Также разборчивость зависит от технических параметров АИУ, устанавливаемых на АТС. Типовым АИУ свойственны шумы сети 220 В, нелинейные искажения, шумы квантования. За счет использования энергообеспечения АИУ с ЭПИ от АТС, эти шумы устраняются, и слоговая разборчивость передаваемого речевого сигнала повышается на 15%. При вышеперечисленных преимуществах АИУ с ЭПИ свойственны линейные искажения за счет гальванической связи с АЛ.

Однако они существенно не влияют на разборчивость передаваемого речевого сигнала. Рассчитанная по (3) надежность установления телефонного соединения с применением типовых АИУ с учетом (5) и (6) составляет 55%, т.е. применение на АТС типовых АИУ позволяет повысить надежность УТС после изменения ТН на 40%. Третий столбец диаграммы на рис. 3 иллюстрирует данное значение. Значение надежности УТС, рассчитанное по (4) учитывая (5) и (7), составляет 90% (четвертый столбец рис. 3). Это позволяет сделать вывод о том, что применение на АТС АИУ с ЭПИ дает лучшие показатели (на 35% надежность выше), нежели у типовых АИУ, так как не зависит от напряжения питания в сети 220 В и в случае его провала остаются полностью функционирующими. Эта их особенность — высокая надежность передачи информации, а также абсолютная пожаро — безопасность позволяют применять их в биб-

лиотеках, офисах и помещениях, энергообеспечение которых не осуществляется круглосуточно. Замена традиционных АИУ на АИУ с ЭПИ повышает в 2 раза надежность передачи информации и обеспечивает снижение энергопотребления до 40%.

Выводы

Снижение надежности установления телефонного соединения вызвано изменением телефонной нумерации. Применение АИУ повышает надежность установления телефонного соединения до 75%.

Литература

1. **Терехов А.Н.** Аудиоинформационные устройства — средство повышения комфортности телефонного общения // Вестник связи, №8, 2008. — С. 71-72.
2. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности. — М.: "Дашков и К", 2002.

3. ГОСТ 13377-75 — Надежность в технике. Термины и определения.

4. **Челенков А.С.** Основы классификации услуг как маркетингового продукта. — М. 1998.

5. **Терехов А.Н.** Аудиоинформационные устройства на телефонной сети // Материалы НТК ППС и ИТС, Книга 2, МТУСИ, 2008. — С. 270-274.

6. Введение в эргономику: Методические указания к изучению дисциплины для студентов специальности "Информационные системы и технологии" очной и заочной форм обучения. — Самара: СамГАПС, 2004. — 21с.

7. **Манонина И.В., Терехов А.Н.** Программа управления аудиоинформационным устройством с "энергонезависимой" передачей речевой информации для ГТС. РОСПАТЕНТ — Свидетельство №2011611227, 2011.

8. **Орлов В.Г., Терехов А.Н.** Телефонный аудиоинформатор с питанием от абонентской линии ГТС // Вестник связи, №2, 2006. — С. 38-41.

Telephone connection establishment reliability improvement with audionformation devices

A. N. Tereshov

Keywords:

Energy consumption, subscriber line, audio information devices, reliability.

The reasons of connection reliability degradation phone number being changed are analyzed in the publication. New methods of dealing with that kind of problem are elaborated for information devices. The advantages of audio information nonvolatile devices versus typical ones were evaluated. The reliability degradation and compensation capability phone number being changed was evaluated.

References

1. **Tereshov A.N.** Audioinformatsionnye ustroystva — sredstvo povysheniya komfortnosti telefonnogo obshcheniya // Vestnik svyazi № 8, 2008. — S. 71-72.
2. Marketing v otraslyah i sferah dyeyatel'nosti. — M.: "Dashkov i K", 2002.
3. ГОСТ 13377-75 — Надежность в технике в. Термины и определения.
4. **Chelentkov A.S.** Osnovy klassifikatsii uslug kak marketingovogo produkta. — M., 1998.
5. **Tereshov A.N.** Audioinformatsionnye ustroystva na telefonnoy seti // Materialy NTK PPS i ITS, Kniga 2, MTUSI, 2008. — S. 270-274.
6. Vvedenie v ergonomiku: Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu distsipliny dlya studentov spetsialnosti "Informatsionnye sistemy i tehnologii" ochnoy i zaochnoy form obucheniya. — Samara: SamGAPS, 2004. — 21s.
7. **Manonina I.V., Tereshov A.N.** Programma upravleniya audioinformatsionnym ustroystvom s "energonезavisimoy" peredachey rechevoy informatsii dlya GT-S. ROSPATENT — Svidetel'stvo №2011611227, 2011.
8. **Orlov V.G., Tereshov A.N.** Telefonnyy audioinformator s pitaniem ot abonent'skoy linii GT-S // Vestnik svyazi, № 2, 2006. — S. 38-41.