

Е.Ю. КОСТЮЧЕНКО, Р.В. МЕЩЕРЯКОВ, Л.Н. БАЛАЦКАЯ, Е.Л. ЧОЙНЗОНОВ  
**СТРУКТУРА И БАЗА ДАННЫХ ПРОГРАММНОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И РАЗБОРЧИВОСТИ  
РЕЧИ В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАКА ПОЛОСТИ РТА И РОТОГЛОТКИ,  
ЧЕЛЮСТНОЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ**

---

*Костюченко Е.Ю., Мещеряков Р.В., Балацкая Л.Н., Чойнзонов Е.Л. Структура и база данных программного обеспечения оценки качества и разборчивости речи в процессе реабилитации после операции при лечении рака полости рта и ротоглотки, челюстнолицевой области.*

**Аннотация.** В настоящей статье рассмотрены этапы исследования по оценке разборчивости и качества речи, проводимого совместно НИИ онкологии СО РАМН и Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники. Рассмотрено программное обеспечение для сбора материала для исследования, база данных для хранения собранного материала, текущее состояние по заполнению базы данных и дальнейшие планы исследования.

**Ключевые слова:** качество речи, разборчивость, речевая реабилитация, рак.

*Kostyuchenko E.Y., Meshcheryakov R.V., Balatskaya L.N., Choinzonov E.L. Structure and database of software for speech quality and intelligibility assessment in the process of rehabilitation after surgery in the treatment of cancers of the oral cavity and oropharynx, maxillofacial area.*

**Abstract.** This article reviews the stages of study to assess the intelligibility and quality of speech, held together Oncology Institute of RAMS and Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics. Software to gather material for research, a database for storing the collected material, the current state of the database to fill and further research plans was considered.

**Keywords:** quality speech, intelligibility, speech rehabilitation, cancer.

---

**1. Введение.** Рак полости рта и ротоглотки, челюстнолицевой области занимает значимую долю среди злокачественных новообразований. Так, по данным [1,8] одним из эффективных методов лечения данной разновидности опухолей является комбинированное лечение, предполагающее одним из этапов оперативное вмешательство. При этом практически всегда страдает речевая функция человека, приводя к существенному снижению качества его жизни. После оперативного вмешательства - резекции гортани (злокачественные новообразования гортани находятся на первом месте по частоте онкологических заболеваний опухолей головы и шеи [2]), для восстановления речевой функции пациенту приходится полностью перестраивать речевой аппарат. Это связано с тем, что легкие не могут служить источником потока воздуха при образовании речи и приходится проходить ряд специальных тренировок для выработки так называемого пищевого голоса.

При раке ротовой полости (второе место по частоте онкологических заболеваний опухолей головы и шеи [2]) также происходит существенное изменение речеобразующего тракта и, как следствие, снижение качества речи. Возникает проблема выработки объективных количественных оценок при анализе качества речи, которые позволили бы в динамике отслеживать влияние различных упражнений, проводимых логопедом, на качество речи, оценивать эффективность таких упражнений. Наличие количественных оценок позволило бы спланировать эффективный курс занятий (в частности добившись сокращения продолжительности курса речевой реабилитации) в зависимости от особенностей произношения различных фонем и, соответственно, положений органов речеобразования.

**2. Программный комплекс для оценки разборчивости речи и сбора материалов для дальнейших исследований.** Отправной точкой для оценки качества речи стал стандарт ГОСТ Р 50840-95 [3]. По сравнению с ГОСТ Р 51061-97, который также использует таблицы из ГОСТ Р 50840-95, стандарт позволяет врачу-логопеду использовать более «понятные» оценки. В рамках исследования оценки были выбраны и реализованы методы оценки слоговой и фразовой разборчивости. В качестве таких оценок приняты доля правильно услышанных слогов и, соответственно, фраз, которые выбираются из специальных таблиц. Эти таблицы сформированы таким образом, чтобы охватить все возможные сочетания фонем, возникающие в реальной речи.

Данная методика может быть использована и для оценки качества речевого источника, если влияние канала связи отсутствует или пренебрежимо мало. Для исключения технического канала связи используется непосредственная оценка услышанных слогов логопедом, проводящим занятие. Реализовано и внедрено программное обеспечение [4], которое позволяет осуществлять оценку качества речи по данной методике [3]. Диалоговое окно разработанного программного обеспечения содержит элементы со следующими данными: 1) номер сеанса; 2) тип сеанса; 3) дата проведения сеанса; 4) номер первой таблицы для прочтения из ГОСТ 50840-95; 5) результаты оценки разборчивости; 6) текущая запись; 7) последняя запись; 8) окно редактирования записей.

Следует отметить, что данное программное обеспечение служит не только для получения конкретных оценок слоговой и фразовой разборчивости, но и позволяет собрать материал для дальнейшего исследования разборчивости и качества речи, в частности для выявления фонем, подверженных наиболее сильному изменению в зависимости от оперативного вмешательства на органах речеобразования.

**3. База данных записей для исследования качества и разборчивости речи.** Для работы данной программы была реализована база данных. Информация, подлежащая сбору, определялась, исходя из требований сотрудников НИИ онкологии РАМН: наличие анамнеза, хранение персональных данных, хранение истории контрольных прозношений, действия логопеда и лечащего врача [5]. В результате этого была выявлена следующая информация, подлежащая хранению:

- фамилия, имя и отчество пациента;
- год рождения пациента;
- объем операции (содержит информацию об органе, на котором проходило оперативное вмешательство и степень изменения органа);
- диагноз (заболевание, лечение от которого происходит);
- логопедический диагноз (описание заболевания с точки зрения нарушения речевой функции);
- информация о сеансе работы с логопедом: дата и тип оцениваемой разборчивости (слоговая или фразовая);
- информация о всех звуковых записях, сделанных во время сеанса (путь к файлу на жестком диске);
- услышанный(ая) логопедом слог или фраза;
- непосредственно оценки разборчивости.

На основе представленных данных была разработана база данных, содержащая следующие таблицы:

- gostslog – список слогов из таблиц ГОСТ 50840-95;
- gostphrase – список фраз из таблиц ГОСТ 50840-95;
- pair – таблица для проведения оценки качества речи методом парных сравнений;
- person – таблица, содержащая данные о пациенте;
- phrase – таблица, содержащая записи и результаты оценки фразовой разборчивости;
- seans – таблица, содержащая данные о сеансе оценки разборчивости и сами итоговые количественные оценки разборчивости в рамках этого сеанса;
- selective – таблица, содержащая данные для оценки качества речи по селективным признакам;
- slog – таблица, содержащая записи и результаты оценки слоговой разборчивости;
- test slog – таблица, описывающая наборы слогов для обучения, как взятые из ГОСТ 50840-95, так и сформированные логопедом исходя из специфики оперативного вмешательства;

- test slogconn – таблица, описывающая связи между таблицей слогов gostslog и таблицей наборов слогов для оценки качества речи test slog;
- types – таблица методов оценки качества и разборчивости речи;

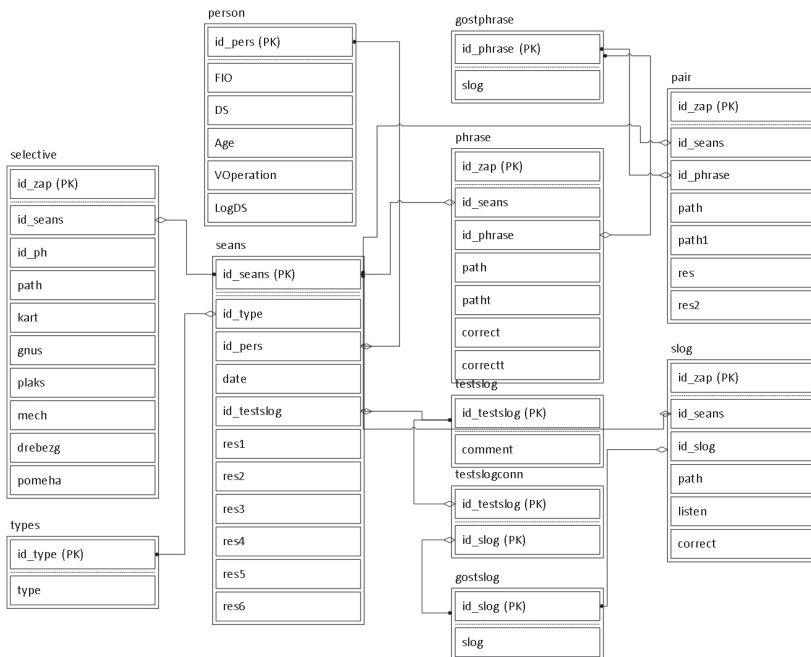


Рис. Структура базы данных для оценки разборчивости.

Структура базы данных представлена на рисунке. Данная база данных учитывает все требования сотрудников НИИ онкологии РАМН и конечных пользователей – логопедов в частности. Она позволяет вести накопление данных по пациентам с учетом специфики заболевания.

**4. Текущее наполнение базы.** В настоящий момент времени в базе собраны данные и речевые сигналы 20 пациентов, для которых произведено 64 сеанса по оценке слоговой и фразовой разборчивости. Из пациентов у 8 поставлен диагноз рак языка, у четверых рак дна полости рта. Логопедический диагноз во всех случаях дизартрия. При этом у всех пациентов присутствуют образцы речи до оперативного вмешательства. Это позволяет получать и использовать параметры речевого сигнала, которые могут быть условно приняты за эталон. Изменения речевого сигнала под воздействием злокачественного новооб-

разования даже на поздних стадиях заболевания незначительны по сравнению с изменениями, возникающими непосредственно при оперативном вмешательстве. Кроме того, имеется группа пациентов, у которых проводилась 2-х и 3-х кратная оценка разборчивости, что позволило внести в базу сигналы для оценки динамики изменения параметров в процессе занятий с логопедом. Однако, общий объем базы и распределение записей в зависимости от диагноза пока не позволяет получать статистически значимые количественные оценки по значениям параметров и их изменениям.

**5. Планы для дальнейшего исследования.** В настоящее время проводится эксперимент, и формируются таблицы фонем, подвергшихся наиболее сильному изменению для двух заболеваний, представленных в имеющейся базе многократно (рак языка и рак дна полости рта). Следующим этапом станет выявление групп фонем, которые претерпевают наиболее сильные изменения, снижающие качество речи, но не влияющие напрямую на разборчивость речи. После этого для таких фонем будет проведен спектральный анализ для получения количественных оценок, позволяющих построить модель речевого сигнала в норме и после оперативного вмешательства. На основе этой модели можно будет судить об эффективности тех или иных упражнений при речевой реабилитации. Предварительный эксперимент, указывающий на существование таких характеристик, уже проведен и описан в [6]. Кроме того, ведется постоянное наполнение базы, позволяющее получить репрезентативную выборку речевых сигналов для конкретных заболеваний, позволяющую определить статистически значимые изменения таких параметров в процессе речевой реабилитации.

**6. Заключение.** В данной работе описана структура базы данных для работы с программным комплексом для оценки разборчивости речи. Разборчивость речи как признак позволяет восстановить социальную коммуникативную функцию пациента в полном объеме [7]. Описанный этап является подготовительным в рамках проведения исследования по выявлению объективных количественных характеристик качества речи в зависимости от заболевания и объема оперативного вмешательства, которые позволят получить оценки эффективности занятий с врачом-логопедом в процессе речевой реабилитации и, в конечном итоге, сократить её время.

### **Литература**

1. Чойнзонов Е.Л., Мухамедов М.Р., Балацкая Л.Н. Рак гортани. Современные аспекты лечения и реабилитации // Томск: Изд-во НТЛ, 2006. 280 с.
2. Чиссов В.А., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2011 году // М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России. 2012. 288 с.
3. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.
4. Балацкая Л.Н., Костюченко Е.Ю., Мещеряков Р.В. Программа для оценки качества речи при реабилитации пациентов с нарушениями речеобразующего тракта //

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. №2013612612. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 6 марта 2013.

5. Meshcheryakov R.V., Balatskaya, L. N., Choinzonov E.L., Chizevskaya S.Yu., Kostyuchenko E.U. Software for Assessing Voice Quality in Rehabilitation of Patients after Surgical Treatment of Cancer of Oral Cavity, Oropharynx and Upper Jaw // Proceedings of the 15th International Conference, SPECOM 2013, Pilsen, Czech Republic, September 1-5, 2013. pp 294-301.
6. Мещераков Р.В., Балацкая Л.Н., Чойнзонов Е.Л. Специализированная информационная система поддержки деятельности медицинского учреждения // Информационно-управляющие системы. 2012. №5(60). С. 51-56.
7. Ronzhin A., Karpov A., Kipyatkova I., Zelezny M. Client and Speech Detection System for Intelligent Infokiosk // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Petr Sojka et al. (Eds.): TSD 2010, LNAI 6231. 2010. pp. 560–567.
8. Балацкая Л.Н. Речевая реабилитация и качество жизни после лечения больных опухолями головы и шеи. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук // Томск, 2001.

## References

1. Choinzonov E.L., Muhamedov M.R., Balatskaya L. N. *Rak gortani. Sovremennye aspekty lechenija i rehabilitacii* [Cancer of the larynx. Modern aspects of treatment and rehabilitation]. Tomsk: NTL, 2006. 280 p. (In Russ.).
2. Chissov V.A., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Zlokachestvennye novoobrazovanija v Rossii v 2011 godu* [Malignancies in Russia in 2011]. M.: FSI "MNIIOI them. PA Herzen "Health Ministry of Russia. 2012. 288 p. (In Russ.).
3. GOST 50840-95. [Speech transmission over communication channels. Techniques for measurements of speech quality, intelligibility and voice identification]. (In Russ.).
4. Balatskaya L.N., Kostyuchenko E.Y., Meshcheryakov R.V. *Programma dlja ocenki kachestva rechi pri rehabilitacii pacientov s narushenijami recheobrazujushhego trakta* [Program to assess speech quality in the rehabilitation of patients with impaired speech production tract]. Patent RF. № 2013612612. March 6, 2013. (In Russ.).
5. Meshcheryakov R.V., Balatskaya, L. N., Choinzonov E.L., Chizevskaya S.Yu., Kostyuchenko E.U. Software for Assessing Voice Quality in Rehabilitation of Patients after Surgical Treatment of Cancer of Oral Cavity, Oropharynx and Upper Jaw. Proceedings of the 15th International Conference, SPECOM 2013, Pilsen, Czech Republic, September 1-5, 2013. pp 294-301.
6. Meshcheryakov R. V., Balatskaya L. N., Choinzonov E.L. [Specialized information system for support of the medical facility] *Informacionno-upravljajushhie sistemy - Information and Control Systems*. 2012. no. 5 (60). pp 51-56. (In Russ.).
7. Ronzhin A., Karpov A., Kipyatkova I., Zelezny M. Client and Speech Detection System for Intelligent Infokiosk. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Petr Sojka et al. (Eds.): TSD 2010, LNAI 6231, 2010. pp. 560–567.
8. Balatskaya L.N. *Rechevaja rehabilitacija i kachestvo zhizni posle lechenija bol'nyh opuholjami golovy i shei. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora biologicheskikh nauk* [Speech rehabilitation and quality of life after treatment of head and neck cancers. Dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences]. Tomsk, 2001. (In Russ.).

**Костюченко Евгений Юрьевич** – к-т техн. наук, доцент кафедры Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУР. Область научных интересов: искусственный интеллект, анализ речи, идентификация по биометрическим характеристикам, информационная безопасность. Число научных публикаций - 40. [key@keva.tusur.ru](mailto:key@keva.tusur.ru), 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, р.т. +7 (3822) 413-426, факс +7 (3822) 413-426.

**Kostyuchenko Evgeny Yuryevich** – Ph.D., associate, Dept. of Complex Security of Electronic-computing Systems of Tomsk State University of Control Systems and

Radioelectronics (TUSUR). Research interests: artificial intelligence, speech analysis, biometric identification, information security. The number of scientific publications - 40. [key@keva.tusur.ru](mailto:key@keva.tusur.ru), KIBEVS Dept.TUSUR, 40, Lenin-avenue Tomsk, 634050, Russia; office phone +7(3822)413-426, fax +7(3822)413-426.

**Мешеряков Роман Валерьевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры Комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУР. Область научных интересов: системный анализ, анализ и синтез речи информационная безопасность, вопросы обработки информации в интеллектуальных системах, особое внимание уделяется вопросам создания информационно-безопасных систем. Число научных публикаций - 247. [mrv@security.tomsk.ru](mailto:mrv@security.tomsk.ru); 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ауд. 210; р.т. +7 (3822) 900-111, факс +7 (3822) 900-111.

**Meshcheryakov Roman Valerievich** – Ph.D., Dr. Sci., professor, Dept. of Complex Security of Electronic-computing Systems of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR). Research interests: speech analysis, speech recognition, medical technology, information security. The number of publications - 247, IEEE Senior Member. [mrv@security.tomsk.ru](mailto:mrv@security.tomsk.ru); KIBEVS Dept.TUSUR, 40, Lenin-avenue Tomsk, 634050, Russia; office phone +7(3822)413-426, fax +7(3822)900-111.

**Балацкая Лидия Николаевна** – д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник отделения опухолей головы и шеи НИИ онкологии СО РАМН. Область научных интересов: новые методические подходы к голосово-речевой реабилитации больных после органосохраняющих и функционально-щадящих операций гортани, органов полости рта, ротоглотки, щитовидной железы, а также изучение качества жизни. Число научных публикаций: более 230. [nii@onkology.tomsk.ru](mailto:nii@onkology.tomsk.ru), 634050, г. Томск, пер. Кооперативный, 5, р.т. +7 (3822) 511-039, факс: +7 (3822) 514-097.

**Balatskaya Lidiya Nikolaevna** – MD, Ph.D., Dr. Sci., a leading researcher of Head and neck cancer department, Tomsk Cancer Research Institute of RAMS. Research interests: new methodological approaches to voice and speech rehabilitation of patients after organ-preserving and functionally-sparing operations of the larynx, oral cavity organs, oropharynx, thyroid, as well as the study of quality of life. The number publications: more than 230. [nii@onkology.tomsk.ru](mailto:nii@onkology.tomsk.ru), 634050, Tomsk, per. Kooperativnyj, 5, office phone +7 (3822)511-039, fax: +7 (3822) 514-097.

**Чойзонов Евгений Лхамцыренович** – академик РАМН, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ онкологии РАМН. Область научных интересов: разработка органосохраняющих операций и функционально-щадящих методов лечения опухолей головы и шеи, изучение качества жизни онкологических больных и прогностической роли показателей гомеостаза при опухолевой патологии. Число научных публикаций: более 600. [nii@onkology.tomsk.ru](mailto:nii@onkology.tomsk.ru), 634050, г. Томск, пер. Кооперативный, 5, р.т. +7 (3822)511-039, факс: +7 (3822) 514-097.

**Choinzonov Evgeny Lhamacyrenovich** – MD, Ph.D., Dr. Sci., Academician of RAMS, Director of Tomsk Cancer Research Institute of RAMS. Research interests: the development of organ-preserving operations and do not function-sparing treatments for head and neck tumors, the study of the quality of life of cancer patients and prognostic role of homeostasis in cancer pathology. Number of publications: more than 600. [nii@onkology.tomsk.ru](mailto:nii@onkology.tomsk.ru), 634050, Tomsk, per. Kooperativnyj, 5, office phone +7 (3822) 511-039, fax: +7 (3822) 514-097.

**Поддержка исследований.** Работа поддержана Министерством образования и науки, проект № 1220 «Фундаментальные основы проектирования информационно-безопасных систем»

**Acknowledgements.** This research is supported by the state contract of the Ministry of Education and Science №1220 “Fundamentals of information-security systems designing”.

## РЕФЕРАТ

*Костюченко Е.Ю., Мещеряков Р.В., Балацкая Л.Н., Чойнзонов Е.Л.*  
**Структура и база данных программного обеспечения оценки качества и разборчивости речи в процессе реабилитации после операции при лечении рака полости рта и ротоглотки, челюстнолицевой области.**

Статья посвящена исследованию процесса речевой реабилитации после операции при лечении рака полости рта и ротоглотки, челюстнолицевой области. В статье сформулирована проблема повышения качества речевой реабилитации и приводится описание программного комплекса для проведения исследований. Приведена структура базы данных для хранения информации о работе по реабилитации с пациентами.

В статье приводятся общие сведения о проблеме речевой реабилитации и формулируется задача поиска объективных количественных оценок качества речи в процессе реабилитации.

Далее рассматривается алгоритмическое и программное обеспечение программного комплекса для оценки слоговой и фразовой разборчивости на основе ГОСТ 50840-95 для речевого сигнала пациентов. Приведено описание структуры базы данных для программного комплекса.

Рассматривается текущее наполнение базы данных и приведены проблемы, возникшие в процессе её наполнения. представлены дальнейшие планы по выделению объективных количественных характеристик качества речи в процессе речевой реабилитации.

В результате, в данной работе описана структура базы данных для работы с программным комплексом для оценки разборчивости речи. Разборчивость речи как признак позволяет восстановить социальную коммуникативную функцию пациента в полном объеме. Описанный этап является подготовительным в рамках проведения исследования по выявлению объективных количественных характеристик качества речи в зависимости от заболевания и объема оперативного вмешательства, которые позволят получить оценки эффективности занятий с врачом-логопедом в процессе речевой реабилитации и, в конечном итоге, сократить её время.



## SUMMARY

*Kostyuchenko E.Y., Meshcheryakov R.V., Balatskaya L.N., Choinzonov E.L.*  
**Structure and database of software for speech quality and intelligibility assessment in the process of rehabilitation after surgery in the treatment of cancers of the oral cavity and oropharynx, maxillofacial area.**

The article investigates the process of speech rehabilitation after surgery in the cancers treatment of the oral cavity and oropharynx, maxillofacial area. In the article the problem of improving the speech quality rehabilitation and the developed software system are described. The database structure to store information about the rehabilitation work with patients is presented.

The article provides an overview of speech rehabilitation problem and formulated the task of finding objective quantitative assessments of the speech quality in the rehabilitation process.

The algorithms and software for evaluation of phrase and syllable intelligibility based GOST 50840-95 for speech patients are considered. The description of the database structure for software package is presented.

The current content of the database and the problems encountered in the process of filling are discussed. Further plans will be devoted to allocate objective quantitative characteristics of speech quality in the process of voice rehabilitation.

As a result, this paper describes the structure of the database and software package for evaluating of speech intelligibility. The intelligibility is a sign, which allows a patient to restore the social communicative function in full. A preparatory step in the framework of a study on the identification of objective quantitative speech performance depending on the disease and the extent of surgery that will obtain estimates of efficiency studies with the doctor- speech therapist in voice rehabilitation and, ultimately, to reduce its time is described.