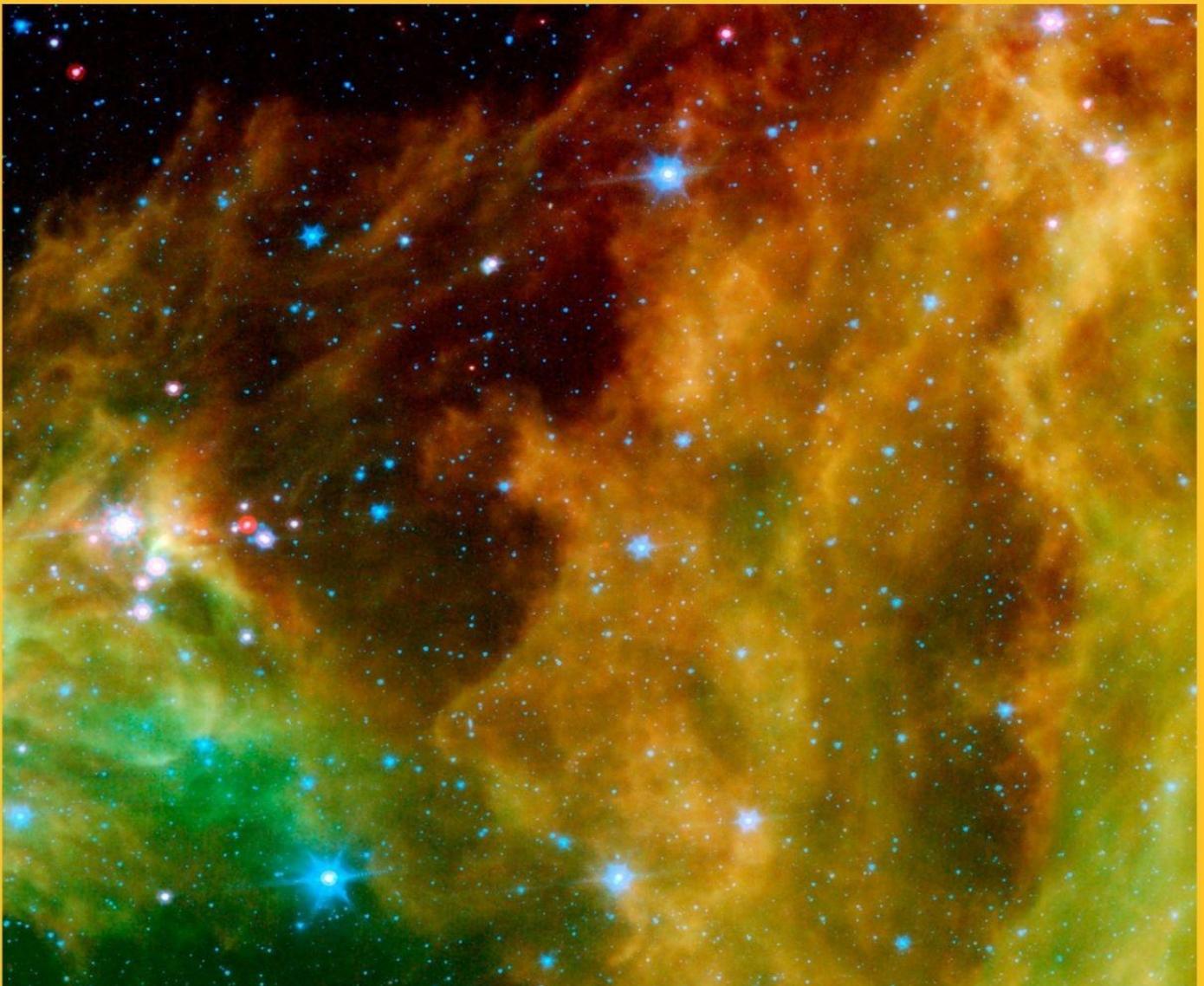


DECEMBER 2021 | ISSUE #11

# INTERNATIONAL JOURNAL OF PROFESSIONAL SCIENCE

.....

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL



**SCIPRO.RU**  
**ISSN 2542-1085**

MOLECULAR & CELL BIOLOGY  
APPLIED FINANCIAL MATHEMATICS  
· HUMAN-COMPUTER INTERACTION 5

UDC 001  
LBC 72

International Journal Of Professional Science: international scientific journal, Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №11-2021. 151 p.  
DOI 10.54092/25421085\_2021\_11

**ISSN 2542-1085**

International journal of Professional Science is the research and practice edition which includes the scientific articles of students, graduate students, postdoctoral students, doctoral candidates, research scientists of Russia, the countries of FSU, Europe and beyond, reflecting the processes and the changes occurring in the structure of present knowledge.

It is destined for teachers, graduate students, students and people who are interested in contemporary science.

All articles included in the collection have been peer-reviewed and published in the form in which they were presented by the authors. The authors are responsible for the content of their articles.

The information about the published articles is provided into the system of the Russian science citation index – RSCI under contract № 2819-10/2015K from 14.10.2015

The electronic version is freely available on the website <http://scipro.ru/ijps.html>

UDC 001

LBC 72



## **Editorial team**

Chief Editor – Krasnova Natalya, PhD, assistant professor of accounting and auditing the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. ([mail@nkrasnova.ru](mailto:mail@nkrasnova.ru))

Zhanar Zhanpeisova — Kazakhstan, PhD

Khalmatova Barno Turdyhodzhaeva — Uzbekistan, MD, Professor, Head of the Tashkent Medical Academy

Tursunov Dilmurat Abdullazhanovich — Kyrgyzstan, PhD, Osh State University

Ekaterina Petkova, Ph.D Medical University — Plovdiv

Stoyan Papanov PhD, Department of Pharmacognosy and pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University — Plovdiv

**Materials printed from the originals filed with the organizing committee responsible for the accuracy of the information are the authors of articles**

Editors N.A. Krasnova, 2021

Article writers, 2021

Scientific public organization  
“Professional science”, 2021

## Table of contents

<b>APPLIED JURISPRUDENCE</b> .....	<b>5</b>
Doronkin R.V. Paronomasia definitions Background concentration of pollutants	5
<b>APPLIED LINGUISTICS</b> .....	<b>30</b>
Nedbailik S.R., Tsyarkin E.I. On parenthesis-modal discourse-text ‘transitions’ functional-semantic characteristics (in modern English, French and German) ..	30
<b>APPLIED PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY</b> .....	<b>41</b>
Chagina E.A., Turmova E. P., Ivanova A. Y., Semykina P.I., Fomkina V.S. Innovative educational technologies in the teaching of pathological physiology .....	41
<b>BIODIVERSITY</b> .....	<b>49</b>
Dugarov U.I., Shpagina M.Kh., Khochieva Zh.Kh., Abregova Zh.A., Kafoev A.A. Clinical microbiology of endodontics .....	49
Li-Chuan L., Unurjargal D. On the Performance Evaluation of a Collaborative Swarm Intelligence Approach Particle Bee Algorithm .....	55
<b>BIOMEDICAL ANTHROPOLOGY</b> .....	<b>74</b>
Kharrasov A.F., Saryg S.K. Investigation of some anthropological features residents of Tuva of different climatic zones .....	74
<b>SURVEYING AND LAND ECONOMY</b> .....	<b>82</b>
Byrda A.A., Akmatalieva A.S. Assessment of the impact on the cadastral value of land plots in the Kaliningrad region of the factor of their belonging to various urban districts .....	82
<b>TECHNOLOGY, ENGINEERING</b> .....	<b>99</b>
Andreev R.A., Prasolov A.A., Fedorov A.S. BLER estimation of NB-IoT narrowband physical uplink shared channel .....	99
Andreev R.A., Prasolov A.A., Fedorov A.S. BLER estimation of NB-IoT narrowband physical downlink shared channel .....	106
Khruleva N.D. Features of programming in the Swift language .....	115
Medvedeva M.I., Nikolaeva N.V. Investigation of the possibility of complete replacement of sugar with fructose in the production technology of foamy confectionery .....	120
Sidorkovich D.R., Fedorov A.S. Node-RED software development for access and control system RFID-based .....	136
Varlamova A.V. Investigation of natural vibrations of needles embedded in an elastic base .....	145

# APPLIED JURISPRUDENCE

UDC 340; 349.6;

## Doronkin R.V. Paronomasia definitions Background concentration of pollutants

Парономазия дефиниции Фоновая концентрация загрязняющих веществ

**Doronkin R.V.**

applicant for the degree of candidate of law;  
research instructor  
Доронькин Р.В.  
соискатель ученой степени к.ю.н.;  
преподаватель-исследователь

***Аннотация.** В настоящей работе делается попытка провести юридическую демаркацию между понятиями фоновая концентрация и условная фоновая концентрация загрязняющих веществ в воде водного объекта используя системный подход путем анализа концепций определения фоновых концентраций, имеющихся в арсенале экологической науки и формально-юридического толкования правовых норм, содержащихся в нормативных правовых актах регулирующих экологическую сферу правовых отношений.*

***Ключевые слова:** природная фоновая концентрация; антропогенная фоновая концентрация; условная фоновая концентрация; вред окружающей среде; ущерб водным объектам; предельно допустимые концентрации (ПДК); нормативы допустимого сброса (НДС); нормативы допустимого воздействия (НДВ).*

***Abstract.** In this paper, an attempt is made to draw a legal demarcation between the concepts of background concentration and conditional background concentration of pollutants in the water of a water body using a systematic approach by analyzing the concepts of determining background concentrations available in the arsenal of environmental science and the formal legal interpretation of legal norms contained in regulatory legal acts regulating the environmental sphere of legal relations.*

***Keywords:** natural background concentration; anthropogenic background concentration; conditional background concentration; environmental damage; damage to water bodies; maximum permissible concentrations (MPC); permissible discharge standards (PDS); permissible exposure standards (PES).*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_5

Рецензент: Монгуш Алла Лоспановна – кандидат юридических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»

### **Введение. Introduction.**

В условиях глобальных климатических изменений возникает вопрос о том, как право справляется с задачей регулирования баланса экономических и экологических интересов в обществе. При оценке влияния экономической деятельности на

окружающую природную среду необходимо произвести сравнительный анализ с таким показателем, который отражал бы условия состояния окружающей среды до вмешательства в нее наносящей урон деятельности, который мог стать индикатором нарушения установленных экологических, уголовных, административных норм. Таким показателем является фоновая концентрация загрязняющих веществ в окружающей среде. Однако существующее нормативно-правовое регулирование основывается на множестве правовых принципов, презумпций и всё это на фоне всех видов конкуренции норм права (темпоральной, пространственной и иерархической), правового казуса и юридической коллизии, что формирует тавтологию понятия, негативный правовой обычай, синкретизм и латентно развивающийся правовой нигилизм у природопользователей и правоприменителей. Разрабатываемые экологические доктрины специалистами экологами слабо изучаются специалистами правоведами, из-за чего нарушается единый терминологический аппарат и как следствие страдает юридическая техника изложения нормативных правовых актов.

На сегодняшний день самая сложная и неоднозначная ситуация складывается в отношении правоприменения при оценке вреда, наносимого нарушением законодательства водным объектам. Арбитражная судебная система, сталкиваясь с трудностями системного толкования норм права в половине судебных процессов<sup>1</sup> приходит к выводам отсутствия нанесения вреда водным объектам даже при наличии нормативно обоснованной позиции природоохранного органа, подтвержденной лабораторными исследованиями. Не говоря об установлении вины в рамках уголовного судопроизводства, так как недоказанность нарушения природоохранного законодательства исключает в принципе возможность возбуждения дела, а значит и отсутствие вины, что фактически создает прецедент «мертвых норм» соблюдение которых, по своему смыслу, должно сохранять природу.

В настоящей работе мы бы хотели рассмотреть через объект исследования: правовые отношения в области природоохранного и природоресурсного законодательства; изучить его предмет: категорию «фоновая концентрация загрязняющего вещества» при расчете ущерба в результате причинения вреда водному объекту в связи с нарушением экологического законодательства.

Целью работы является раскрытие основного смысла дефиниции «фоновая концентрация загрязняющего вещества» посредством инструментов общей теории права. Для этого мы должны рассмотреть: доктринальное толкование рассматриваемой категории с позиции экологической и юридической наук; иерархию норм,

---

<sup>1</sup> Например, судебные дела: А40-154259/2020, А40-148981/2020, А40-311675/2019 или А40-186576/2020.

существующие правовые экологические принципы и презумпции относительно предмета исследования; выявить юридические коллизии и дать рекомендации по их преодолению.

Для достижения поставленной цели возможно применить общелогический методологический научный аппарат (анализ, синтез, дедукция, индукция и т.д.), который позволит исключить нарушения принципов формальной логики при исследовании предмета и объекта настоящей работы и при классификации норм права; также будет применен философский метод диалектики, с помощью которого можно выделить свойства рассматриваемой категории через две научных парадигмы: экологическую и юридическую. Из частных научных юридических методов необходимо применить сравнительно правовой, для оценки российских и международных норм, и системный подход, для комплексного изучения фоновой концентрации с позиции отраслей права, экологической и экономической наук.

## Results.

### 1.

В российской и немецкой экологической науке существует по меньшей мере два подхода, что считать фоновой концентрацией загрязняющих веществ (элементов) в природной среде. Согласно подходу Снакина В.В.<sup>2</sup>, это «концентрация загрязняющего атмосферу или водные объекты вещества, создаваемая всеми источниками выброса (сброса) вещества, исключая рассматриваемые», то есть это и антропогенные и природные источники осуществляющие негативное воздействие не считая конкретного вида деятельности (объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду (далее – НВОС)) по отношению к которому устанавливается окружающая его концентрация загрязняющего вещества. Некоторые немецкие исследователи также включают в данный термин все источники загрязнения.<sup>3</sup>

Данный подход широко распространен в российской учебной литературе и отвечает лишь целям по установлению норм воздействия на окружающую среду и возможности внесения платы за природопользование соразмерно уже существующей антропогенной и природной нагрузки. Эта же позиция косвенно отражается и в письме Росгидромет<sup>4</sup>. По сути, здесь можно сформулировать принцип «плата зависит от

---

<sup>2</sup> Снакин В.В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник / Валерий Снакин; под ред. академика А.Л. Яншина. - М.: Academia, 2000. - 384 с.: ил.; 22 см.; ISBN 5-87444-083-6.

<sup>3</sup> DIN ISO 4225:1996-08 Luftbeschaffenheit; Allgemeine Gesichtspunkte; Begriffe (ISO 4225:1994) (Air quality; General aspects; Vocabulary (ISO 4225:1994)). Beuth Verlag, Berlin. S. 4. Franz Joseph Dreyhaupt (Hrsg.): VDI-Lexikon Umwelttechnik. VDI-Verlag Düsseldorf 1994, ISBN 3-18-400891-6, S. 614.

<sup>4</sup> Письмо Росгидромета от 16.08.2018 № 20-44/282 «О направлении Временных рекомендаций "Фоновые концентрации

степени существующего загрязнения». Данный принцип отвечает справедливой оценке вносимого природопользователем загрязнения при исчислении платы за природопользование, так как имеющиеся нормативные правовые акты для данной сферы правоотношений связывают ее размер с уже имеющейся концентрацией загрязняющих веществ в воде водного объекта на расстоянии не более 500 метров выше источника НВОС при этом здесь не учитывается ни многокилометровый водоток рек, ни количество похожих источников НВОС, способных многократно увеличивать на отдельном участке рек концентрацию загрязняющих веществ. В связи с чем, данный подход не может отвечать задаче охраны компонента окружающей природной среды, так как не учитывается принцип «научно обоснованного сочетания экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды» и «приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов».

Второй подход к определению фоновой концентрации, исходит из понимания, что «фон определяется как концентрация загрязняющего вещества на территории, расположенной вне сферы локального антропогенного воздействия территорий, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени. При этом устанавливается степень природного варьирования содержания элементов.»<sup>5</sup>. Другими словами, такой фон можно назвать естественным. William L. Budde<sup>6</sup>, J.A. Plant, D.G. Kinniburgh, P.L. Smedley, F.M. Fordyce, B.A. Klinck<sup>7</sup> также считают важным и необходимым определение «естественных фоновых концентраций» химических веществ в окружающей среде. Это позволяет производить сравнительную оценку характера и уровня загрязнения окружающей среды антропогенными химическими веществами, характер и степень концентрации в окружающей среде антропогенных химических веществ, тенденции к концентрации этих веществ, перенос и судьба химических веществ, а также причины изменений во времени и пространственном измерении. Стоит отметить, что

И этот подход наиболее верный, так как оценку изменения окружающей среды необходимо проводить отталкиваясь от базисных значений того объекта, который

---

вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха» на период с 2019 - 2023 гг.».

<sup>5</sup> Ревич Б.А., Сает Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами / Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии ред. элементов; [Сост. Б. А. Ревич и др.]. - М.: ИМГРЭ, 1982. - 111 с. : ил., 1 л. табл.; 20 см.

<sup>6</sup> William L. Budde. Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition). 2002, Pages 547-563, ISBN 9780122274107, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00227-1>.

<sup>7</sup> J.A. Plant, D.G. Kinniburgh, P.L. Smedley, F.M. Fordyce, B.A. Klinck Treatise on Geochemistry. Pergamon, 2003, Pages 17-66, ISBN 9780080437514, <https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/09047-2>.

подпадает под наблюдение, а не смешивать все виды воздействий на окружающую среду и пытаться произвести расчет негативного воздействия, при том, что в результате таких подсчетов теряется полностью основная цель - сохранение благоприятной окружающей среды, так как в процессе антропогенного воздействия показатели фона безусловно будут постоянно расти, соответственно благоприятное состояние окружающей среды будет постоянно падать, однако применяя первый подход статистические показатели состояния окружающей среды будут всегда «в норме», искажая действительное экологическое состояние.

## 2.

Современное конституционно правовое регулирование в мире выделяет охрану окружающей среды в раздел социальных прав человека<sup>8</sup>, например, Конституция Афганистана от 2004 года<sup>9</sup>, в преамбуле выделяет одной из целей достижение здоровой среды обитания для всех жителей, также как и Конституции Бельгии от 1831 года (в ред. 2014 года)<sup>10</sup>, выделяет с статье 23 право на охрану здоровой окружающей среды (the right to the protection of a healthy environment). Конституция Германии от 1949 года (в ред. 2014 года)<sup>11</sup> ставит в задачу всех ветвей власти государства защищать естественные основы жизни и животных, для этого в статье 72 предусматривается децентрализация полномочий по законодательному регулированию, в случае если Федерация воспользовалась своими полномочиями по изданию законов, то Земля может принять законы, противоречащие настоящему законодательству, в частности отношении: охраны природы и управления ландшафтом (за исключением общих принципов, регулирующих охрану природы, закона об охране видов растений и животных или закона о защите морской жизни) и управления водными ресурсами (за исключением нормативных актов, связанных с материалами или объектами). Конституция Литвы от 1992 года (в редакции 2019 года)<sup>12</sup>, в статье 53 разделяет обязанность по защите окружающей среды от вредных воздействий между государством и каждым человеком, при этом в статье 54 государство все таки заботится об охране окружающей среды, отдельных природных объектов посредством надзора за устойчивым использованием природных ресурсов, их восстановлением и приумножением. Аналогичные позиции

---

<sup>8</sup> URL: <https://constituteproject.org> (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>9</sup> Конституция Афганистана от 2004 года // [https://constituteproject.org/constitutions?lang=en&key=env&status=in\\_force](https://constituteproject.org/constitutions?lang=en&key=env&status=in_force) (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>10</sup> Конституции Бельгии от 1831 года (в ред. 2014 года) [https://constituteproject.org/constitution/Belgium\\_2014#s80](https://constituteproject.org/constitution/Belgium_2014#s80) (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>11</sup> Конституция Германии от 1949 года (в ред. 2014 года) [https://constituteproject.org/constitution/German\\_Federal\\_Republic\\_2014#s508](https://constituteproject.org/constitution/German_Federal_Republic_2014#s508) (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>12</sup> Конституция Литвы от 1992 года (в редакции 2019 года) // [https://constituteproject.org/constitution/Lithuania\\_2019#s209](https://constituteproject.org/constitution/Lithuania_2019#s209) (дата обращения: 10.12.2021).

можно найти в Законе о Правительстве Уэльса от 2006 года Великобритания<sup>13</sup>, в приложении 5 части 1 поля 6 вопрос 6.4.

При этом учитывая языковые лакуны необходимо учитывать различные лексические формы языка, например, фоновая концентрация в английском языке именуется как «background concentration»<sup>14</sup>, в немецком «hintergrundkonzentration»<sup>15</sup>, также можно встретить его синонимы «die Begriffe Referenzwert», «Hintergrundwert» или «Hintergrundbelastung». В литовском «foninė koncentracija»<sup>16</sup>.

Конституция России от 1993 года (в редакции 2020 года)<sup>17</sup>, определила на ряду с ценностью земли и природных ресурсов как основы жизни и деятельности народов (статья 9), правами на благоприятную окружающую среду (статья 42), на владение природными ресурсами (статья 36), ограничивая их зависимостью от обязанности не нанесения ущерба окружающей среде и правам и законным интересам иных лиц (статья 36) и сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам (статья 58) более конкретизировала юридическую иерархию источников экологического права: права и свободы человека и гражданина являются непосредственно действующими, а также они определяют смысл, содержание и применение законов, деятельность законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления и обеспечиваются правосудием (статья 18); при этом законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации не могут противоречить федеральным законам, принятым в соответствии с частями первой и второй статьи 76, а в случае противоречия между федеральным законом и иным актом, изданным в Российской Федерации, действует федеральный закон (статья 76). Но, если вопросы правового регулирования не относятся к ведению России и совместного ведения России и ее субъектов федерации, то региональная власть на уровне субъектов России осуществляют собственное правовое регулирование, включая принятие законов и иных нормативных правовых актов, а в случае противоречия с федеральным

---

<sup>13</sup> Закон о Правительстве Уэльса от 2006 года Великобритания // <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/32/schedules> (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>14</sup> Background concentrations in ambient air represent the contributions from natural sources, non-industrial human activities, and distant industrial facilities. The background concentrations are added to dispersion modeling results for comparison to the National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). The Iowa Department of Natural Resources (DNR) // [https://www.iowadnr.gov/Portals/1/dnr/uploads/air/dispmodel/background\\_concentrations\\_tsd.pdf](https://www.iowadnr.gov/Portals/1/dnr/uploads/air/dispmodel/background_concentrations_tsd.pdf) (дата обращения: 10.12.2021).

<sup>15</sup> Als Hintergrundkonzentration wird die stoffliche Konzentration in den Umweltmedien Wasser, Luft und Boden sowie in biologischen Materialien bezeichnet, die sich außerhalb des Einwirkungsbereichs von Emissionen aus Anlagen oder Ablagerungen befinden. Также употребляются как синонимы die Begriffe Referenzwert, Hintergrundwert oder Hintergrundbelastung [Jürgen Falbe, Manfred Regitz (Hrsg.): Römpf Chemie Lexikon. Thieme Verlag, Stuttgart 1995, ISBN 3-13-102759-2, S. 1805.].

<sup>16</sup> Foninė koncentracija statusas sritis ekologija ir aplinkotyra apibrėžtis Oro, vandens, dirvožemio ar kt. aplinkos elemento teršalų, tiesiogiai nesusijusių su tiriamųjų taršos šaltinių poveikiu, koncentracija (pvz., vandens, dirvožemio foninė koncentracija). Ekologijos terminų aiškinamasis žodynas. – Vilnius: Grunto valymo technologijos. Algimantas Paulauskas, Karolis Jankevičius, Rapolas Liužinas, Vytautas Raškauskas, Petras Zajančkauskas. 2008.

<sup>17</sup> Конституция России от 1993 года (в редакции 2020 года) // <https://base.garant.ru/10103000> (дата обращения: 10.12.2021).

законом, действует приоритет нормативный правовой акт субъекта Российской Федерации (части 4 и 6 статьи 72). В редакции 2020 года Конституция получила конкретизацию полномочий исполнительной власти по вопросам сохранения благоприятной и безопасной окружающей среды (пунктов «в», «е.5» и «е.6» части 1 статьи 114), при этом к вопросам совместного ведения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации находятся в частности: вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами (пункт «в» части 1 статьи 72); природопользование; сельское хозяйство; охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; особо охраняемые природные территории; охрана памятников истории и культуры (пункт «д» части 1 статьи 72); административное, административно-процессуальное, трудовое, семейное, жилищное, земельное, водное, лесное законодательство, законодательство о недрах, об охране окружающей среды (пункт «к» части 1 статьи 72).

Можно сказать, что конституции рассмотренных стран едины во мнении необходимости сохранения и приумножения природных богатств.

### 3.

Преамбулой Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об охране окружающей среды» (далее – Закон № 7-ФЗ) установлено, что он определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, которые должны обеспечивать наряду с прочим **сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности**. Под экологической безопасностью Закон № 7-ФЗ понимает **состояние защищенности** природной среды и жизненно важных интересов человека **от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий** (ст. 1). При этом несколько сложнее устроена конструкция свойств характеризующих «благоприятную окружающую среду», так Закон № 7-ФЗ дает ей определение состоящее из двух дефиниций, собственно **«благоприятная окружающая среда»** - окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов; и, **«качество окружающей среды»** - состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью. Как можно увидеть из смысла последнего толкования, понятие «качество» не содержит критериев его устанавливающих, такой критерий определен в термине **«благоприятная окружающая**

**среда»** им является **«устойчивое функционирование»**, данный термин важен в связи с использованием его в других конструкциях, например, в понятии «нормативы в области охраны окружающей среды», а также в целях установления рационального природопользования. Однако текущее законодательство не раскрывает это определение напрямую, при чем мы можем наблюдать, что законодатель в Законе № 7-ФЗ слово «устойчивое» употребляет и как развитие (в преамбуле) и как функционирование. Более того, Водный кодекс РФ также не содержит какого-либо упоминания на устойчивость. Единственным по аналогии права относящимся к нашему вопросу становится Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О животном мире», в статье 1 он дает определения понятиям **«устойчивое существование животного мира»** - существование объектов животного мира *в течение неопределенно длительного* времени; и, **«устойчивое использование объектов животного мира»** - использование объектов животного мира, которое *не приводит в долгосрочной перспективе к истощению* биологического разнообразия животного мира и при котором *сохраняется* способность животного мира к *воспроизводству* и устойчивому *существованию*.

Толковый словарь Ушакова Д.Н. дает определение «устойчивый» как не подверженный колебаниям и изменениям. Таким образом мы наблюдаем отсутствие в профильном законодательстве основного понятия, что считать **«устойчивым функционированием»**, который определяет «благоприятную окружающую среду», какими критериями можно было бы охарактеризовать такие колебания и изменения в окружающей среде, которые бы давали основание полагать об исключительности возникшего положения.

Из возможных критериев можно рассматривать и понятие «чрезвычайная ситуация» - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (ст. 1 Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ<sup>18</sup>). Однако этот критерий из своего смысла можно применять лишь в крайнем случае, как следствие свершившегося факта, но не как условие, способствующее началу такого

---

<sup>18</sup> Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

уровня негативного воздействия, которое в определённый период времени может привести к негативному результату.

Из существа понятий, имеющих в законодательстве о животном мире, одним из свойств устойчивости является длительность воспроизводства и существования, поэтому соотнося с окружающей средой, возникает необходимость получения критерия периода времени в течение, которого процессы, происходящие в окружающей среде можно считать не влияющими на устойчивость или это будет вообще одномоментное прекращение существования какого-либо объекта окружающей среды или ее свойства. Таким образом в сегодняшней ситуации дух Закона № 7-ФЗ содержит цель сохранения благоприятной окружающей среды, но эта цель является настолько декларативной и бессодержательной, что теряется всякий смысл ее присутствия в законе. И тогда единственно значимым становится понятие «обеспечения экологической безопасности», которое определяется через **«экологическую безопасность»** как *состояние защищенности* природной среды и жизненно важных интересов человека *от возможного негативного* воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, *их последствий*. То есть свойством, характеризующим безопасность становится защита от негативного воздействия напрямую как причины и от последствий как его следствие, которое в перспективе может и не наступить, но опираясь на презумпцию «причинения вреда природопользованием и абсолютности вины природопользователя», можем обоснованно полагать его наступление уже самим фактом пользования природными ресурсами. Этот вывод далее находит отражение в установленных принципах природопользования.

Статья 3 Закона № 7-ФЗ устанавливает перечень принципов и презумпций, в том числе презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности; соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду; ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях; платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде; независимость государственного экологического надзора (Залогом эффективности контроля в области охраны окружающей среды здесь должна являться независимость инспекторов контролирующих органов в области охраны окружающей среды при исполнении ими должностных обязанностей в пределах своих полномочий, иными словами, никто не

вправе вмешиваться в работу инспекторов, выполняемую в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды. Оказываемое в любых формах давление на инспектора должно признаваться действием противоправным и преследоваться по закону<sup>19</sup>); приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов; допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды; обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших доступных технологий с учетом экономических и социальных факторов; запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды; соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством; ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды; обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, которая приводит или может привести к загрязнению окружающей среды, мер по предотвращению и (или) уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия. В России Законом № 7-ФЗ устанавливается принцип соблюдения права человека на благоприятную окружающую среду; платности природопользования и возмещение вреда окружающей среде, что корреспондирует другому принципу ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды (ст. 3), выражающийся в том числе в форме имущественной ответственности и обязанности полного возмещения вреда окружающей среде (ст. 75 и 77).

Рассмотренные цели Закона № 7-ФЗ и принципы природопользования являются основой нормирования, то есть, установления тех критериев, которые и будут конкретизировать расплывчатость понятий «сохранение благоприятной окружающей

---

<sup>19</sup> Комментарий к Федеральному закону от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (постатейный). 2-е издание, переработанное и дополненное. Сухова Е.А., Абанина Е.Н., Зенюкова О.В. Подготовлен для системы КонсультантПлюс, 2007.

среды и обеспечения экологической безопасности», соответственно оценка нормативного правового регулирования отношений в рассматриваемой области законами и подзаконными нормативными правовыми актами должно происходить сквозь призму безопасности и благоприятности окружающей среды, иные целевые установки с позиций «рациональности», «эффективности», «наилучших доступных технологий» не относимы к настоящей сфере регулируемых отношений, так как носят исключительно экономическую окраску, применение которой приведет к повреждению основной правозащитной конструкции экологической безопасности.

#### 4.

Ввиду того, что имущественная оценка вреда окружающей среде и ее компонентам сложная и трудоемкая задача сама по себе, то для расчета размера ущерба от вреда нанесенного окружающей среде используется ряд методик, в том числе, применительно для водных объектов, Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, утвержденная приказом Минприроды России от 13.04.2009 № 87 (далее – Методика № 87). Указанная методика предусматривает определение (установление) множества показателей (критериев), одним из которых является показатель массы вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод и (или) загрязненных дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод (п. 22 Методики № 87). Формула, устанавливающая такую массу, подразумевает нахождение показателя  $C_{дi}^{20}$  превышение которого и будет являться основным индикатором установления юридического факта нарушения природопользователями водного законодательства. Однако при определении  $C_{дi}$  возникает дискреция, позволяющая выбирать какой норматив использовать в качестве критерия, определяющего факт нарушения установленного норматива. Дискретность указанной нормы подтверждается и требованием ст. 60 Водного кодекса РФ, устанавливающая обязанность природопользователей соблюдать как норматив допустимого воздействия, так и предельно допустимые концентрации.

Одним из нормативов, которые необходимо применять при определении  $C_{дi}$  является установление «фоновой концентрации»  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества в воде водного объекта. При этом Методика № 87 не раскрывает данного понятия, что фактически образует форму бланкетной нормы и отсылает нас иным нормативным правовым актам, регулирующим эти или аналогичные правовые

---

<sup>20</sup> Допустимая концентрация  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества в пределах норматива допустимого (предельно допустимого) сброса или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов вредных (загрязняющих) веществ в водные объекты, мг/дм<sup>3</sup>.

отношения. В свою очередь специальное законодательство, разделяющееся на природоохранное и природоресурсное, предлагает два термина фоновая концентрация и условная фоновая концентрация. Необходимо отметить, что данная Методика № 87 является единственным нормативным правовым актом, определяющим правила расчета размера вреда, причиненного водным объектам, поэтому отсутствие четкого понимания применяемой терминологии создает коллизии в судебной правоприменительной практике.

Устанавливая фоновый показатель как отправную точку, связывающую наступление ответственности, необходимо выявить на чем базируется нормирование в экологическом праве.

Возникает необходимость обратиться к понятию «**экологический норматив**» - критерий качества состояния элементов защищенности окружающей среды (воздуха, воды (в том числе и донных отложений), почвы, недр), позволяющий в виде показателя свести комплексную экологическую ситуацию к нескольким числовым значениям (примечание: при выполнении требований природоохранного права в экологической политике экологическим нормативам в стратегии сохранения и защиты окружающей среды принадлежит ключевая роль; как правило, роль показателей выполняют нормативные значения предельно допустимых выбросов, сбросов и концентраций)<sup>21</sup>. Данная формулировка достаточно широко устанавливает какие критерии необходимо соблюдать в целях не нарушения экологического норматива, это НДС и ПДК.

Если посмотреть правовые основания для установления нормирования, то на основании ч. 3 ст. 21 Закона № 7-ФЗ лица несут ответственность за нарушение нормативов допустимого воздействия (НДВ) на окружающую среду. НДВ - это, в т.ч. нормативы допустимых сбросов (НДС), нормативы допустимых выбросов (НДВыб.), технологические нормативы (ТН), нормативы допустимых физических воздействий (НДФВ), нормативы допустимой антропогенной нагрузки (НДАН) на окружающую среду. Исходя из требований ч. 2 ст. 21 Закона № 7-ФЗ соблюдение НДВ должно обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды (НКОС). Определение НКОС даётся в ч. 2 ст. 20 Закона № 7-ФЗ, это нормативы, установленные для химических показателей состояния окружающей среды (ОС), в т.ч. нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК), т.е. нормативы рыбохозяйственного значения, утвержденные приказом Минсельхоза Российской Федерации от 13.12.2016 № 552, т.к. по ч. 5 ст. 20 Закона № 7-ФЗ порядок разработки НКОС устанавливается Правительством Российской Федерации. Согласно п. 17 постановления Правительства

---

<sup>21</sup> ГОСТ Р 56828.15 2016, пункт 2.216.

Российской Федерации от 13.02.2019 № 149 НК ОС для объектов рыбохозяйственного значения НК ОС утверждаются Минсельхозом Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.06.2008 № 484<sup>22</sup>. Решение о предоставлении объекта и разрешение на сброс также устанавливает НДС в силу ст. 22 ВК РФ. Поэтому в рамках осуществления природопользования в силу ч. 2 ст. 67 Закона № 7-ФЗ лица разрабатывают программу производственного экологического контроля (далее – ПЭК) и осуществляют ПЭК. Согласно ч. 1 ст. 22 ВК РФ решение о предоставлении водного объекта содержит ограничения по объему (п. 9 Разрешения, форма которого утверждена приказом Минприроды России от 14.03.2007 № 56<sup>23</sup> и качеству сбросов (п. 10 Разрешения, форма которого утверждена приказом Минприроды России от 14.03.2007 № 56<sup>24</sup>).

Таким образом НК ОС устанавливаются для оценки состояния ОС в целях обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека, рационального использования природных ресурсов, сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов (ч. 1 ст. 20 Закона № 7-ФЗ). Соответственно фоновая концентрация как базисный показатель также относится к НК ОС, но устанавливаемая не на основе испытаний предельно допустимых воздействий на живые организмы, а на основе естественного сформировавшегося состава веществ, характеристик экологического объекта (компонента окружающей среды), а поэтому в состав базисной (природной или естественной) фоновой концентрации недопустимо включение элемента «антропогенного воздействия». Другое дело, когда мы рассматриваем «условные фоновые концентрации», относящиеся к первому подходу (с позиции природоресурсного права), тогда соблюдая баланс экономических интересов бизнеса мы можем использовать показатели воздействия других природопользователей для нормирования воздействия конкретного источника НВОС.

Однако согласно ч. 1 и 2 ст. 19 Закон № 7-ФЗ **нормирование** в области охраны окружающей среды осуществляется в **целях** гарантирующего **сохранение благоприятной** окружающей среды и **обеспечение экологической безопасности** государственного регулирования хозяйственной и (или) иной деятельности для предотвращения и (или) снижения ее негативного воздействия на окружающую среду.

---

<sup>22</sup> Минсельхоз Российской Федерации утвердило такие НК ОС приказом от 13.12.2016 № 552 как нормативы качества водных объектов и нормативы ПДК.

<sup>23</sup> Утратил силу, взамен издан приказ Минприроды России от 08.07.2019 № 453, согласно которому, это уже п. 10 приложения 1.

<sup>24</sup> Утратил силу, взамен издан приказ Минприроды России от 08.07.2019 № 453, согласно которому, это уже, п. 13 приложения 1.

Нормирование в области охраны окружающей среды **заключается в установлении нормативов качества** окружающей среды, **нормативов допустимого воздействия** на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности.

Цели нормирования изложены в ч. 1 ст. 20 Закон № 7-ФЗ, **нормативы качества** окружающей среды устанавливаются **для оценки** состояния окружающей среды **в целях** обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека, рационального использования природных ресурсов, сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов. И, в ст. 21 Закон № 7-ФЗ, **в целях** предотвращения негативного воздействия на окружающую среду устанавливаются **нормативы допустимого воздействия**. Ключевым акцентом данной статьи является указание на то, что соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, за исключением технологических нормативов и технических нормативов (так как они должны обеспечиваться наилучшими доступными технологиями, что априори обеспечивает благоприятную обстановку или как минимум минимизирует вынужденное негативное воздействие), должно обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды. За что, только юридические лица и индивидуальные предприниматели, за превышение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Порядок нормирования определен ч. 1 и ч. 11 ст. 22 Закон № 7-ФЗ, нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов определяются для стационарного источника и (или) совокупности стационарных источников в отношении загрязняющих веществ, включенных в перечень загрязняющих веществ, установленный Правительством Российской Федерации, расчетным путем на основе нормативов качества окружающей среды, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций, **с учетом фоновое состояние компонентов природной среды**. Данные нормы указали на понятие «**фоновое состояние**». Для водных объектов на которые оказывают влияние природопользователи ч. 11 ст. 22 Закона № 7-ФЗ конкретизируется условие установления НДС для объектов централизованных систем водоотведения поселений или городских округов в отношении загрязняющих веществ, не относящихся к технологически нормируемым веществам, расчетным путем на основе НКОС **с учетом фоновое состояние** водного объекта в отношении загрязняющих веществ, содержание которых в сточных водах указанных объектов при сбросах определено на основе сведений об инвентаризации сбросов загрязняющих веществ в окружающую

среду, превышает значение предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества в воде водного объекта. Таким образом закладывая в правовую конструкцию НДС зависимость от НКОС и ПДК.

Здесь необходимо учесть важный аспект, в соответствии со ст. 6 Закона № 7-ФЗ к полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, в т.ч. относится установление НКОС, содержащих соответствующие требования и нормы не ниже требований и норм, установленных на федеральном уровне. Таким образом это право ограничено требованием не превышения нормативов, установленных на федеральном уровне. Данное правило корреспондируется со ст. 11 и 12 Федерального закона от 28.12.2010 № 390-ФЗ<sup>25</sup> предписывающей федеральным органам исполнительной власти и органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления руководствоваться в своей деятельности приоритетно федеральным законодательством, а не законодательством субъектов федерации или местными правовыми актами. И также находит отражение в ч. 1 и 2 ст. 3 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ<sup>26</sup> в отношении соблюдения требования промышленной безопасности.

Стоит отметить, что согласно ст. 9 Федерального закона от 21.07.1997 № 117-ФЗ<sup>27</sup> собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация обязаны, в том числе: обеспечивать контроль (мониторинг) за показателями состояния гидротехнического сооружения, **природных и техногенных воздействий** и на основании полученных данных осуществлять оценку безопасности гидротехнического сооружения, в том числе регулярную оценку безопасности гидротехнического сооружения и анализ причин ее снижения с учетом работы гидротехнического сооружения в каскаде, вредных природных и техногенных воздействий, результатов хозяйственной и иной деятельности, в том числе деятельности, связанной со строительством и с эксплуатацией объектов на водных объектах и на прилегающих к ним территориях ниже и выше гидротехнического сооружения. При этом собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация несет ответственность за безопасность гидротехнического сооружения (в том числе возмещает в соответствии со статьями 16, 17 и 18 Федерального закона от 21.07.1997 № 117-ФЗ ущерб, нанесенный в результате аварии гидротехнического сооружения)

---

<sup>25</sup> Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ (ред. от 09.11.2020) «О безопасности».

<sup>26</sup> Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

<sup>27</sup> Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О безопасности гидротехнических сооружений».

вплоть до момента перехода прав собственности к другому физическому или юридическому лицу либо до полного завершения работ по ликвидации гидротехнического сооружения. В данном случае понятие «ущерб» и «мониторинг воздействия» пересекаются с природоохранным законодательством только в той мере, в которой будет выполняться условие достижения цели экологической безопасности.

Основные полномочия органов государственной власти России в области водных отношений по нормированию установлены в статье 24 Водного кодекса Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (ВК РФ), а именно, установление порядка утверждения НДВ на водные объекты и целевых показателей качества воды в водных объектах. Указанный порядок определяется Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты». В данном постановлении, изданном в соответствии со ст. 35 ВК РФ, Правительство Российской Федерации определило установить, что НДВ на водные объекты (допустимого совокупного воздействия всех источников, расположенных в пределах речного бассейна или его части, на водный объект или его часть) разрабатывает Федеральное агентство водных ресурсов с участием Федерального агентства по рыболовству, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на основании ПДК химических веществ, радиоактивных веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах и в соответствии с методическими указаниями по разработке НДВ на водные объекты и утверждает указанные нормативы при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Указанным порядком поручено Министерству природных ресурсов Российской Федерации до 1 июля 2007 г. утвердить после соответствующих согласований методические указания по разработке НДВ на водные объекты. Такие методические указания определены Методическими указаниями по разработке НДВ на водные объекты (утв. приказом МПР РФ от 12 декабря 2007 г. № 328) (далее - Методические указания) разработаны в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 г. № 881<sup>28</sup>.

Статьей 35 ВК РФ регламентирована разработка и установление НДВ на водные объекты и целевых показателей качества воды в водных объектах, которые разрабатываются на основании ПДК химических веществ, радиоактивных веществ,

---

<sup>28</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 г. № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах. Утверждение НДВ на водные объекты осуществляется в порядке, определяемом постановлением Правительства Российской Федерации от 23 июля 2007 г. № 469. При этом устанавливая уровень, превышение которого запрещено; этим уровнем стали установленные НДВ на водные объекты. *Но как исключение*, согласно Федеральному закону от 3 июня 2006 г. № 73-ФЗ (в ред. Федерального закона от 14 июля 2008 г. № 118-ФЗ) до утверждения НДВ на водные объекты, но не позднее чем до 1 января 2015 г. нормирование содержащихся в сбросах сточных вод и (или) дренажных вод веществ и микроорганизмов осуществляется на основании ПДК химических веществ, радиоактивных веществ и микроорганизмов и других показателей качества воды в водных объектах. С одной стороны, закон установил срок действия данного положения, но с другой стороны, мы наблюдаем юридическую логику взаимосвязи установленных нормативов для природопользователей.

Из многочисленных подзаконных нормативных правовых актов можно найти различные трактовки тех или иных положений экологического законодательства, поэтому необходимо учитывать п. 1 Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации, утвержденных постановлением Правительства РФ от 13 августа 1997 г. № 1009<sup>29</sup> нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти (далее именуются - нормативные правовые акты) издаются на основе и во исполнение федеральных конституционных законов, федеральных законов, указов и распоряжений Президента Российской Федерации, постановлений и распоряжений Правительства Российской Федерации, а также по инициативе федеральных органов исполнительной власти в пределах их компетенции. Согласно п. 2 этих же правил нормативные правовые акты издаются федеральными органами исполнительной власти в виде постановлений, приказов, правил, инструкций и положений. Издание нормативных правовых актов в виде писем, распоряжений и телеграмм не допускается. Структурные подразделения и территориальные органы федеральных органов исполнительной власти не вправе издавать нормативные правовые акты. А в силу п. 17 указанных правил нормативные правовые акты, затрагивающие права, свободы и обязанности человека и гражданина, устанавливающие правовой статус организаций или имеющие межведомственный характер, подлежат официальному опубликованию в установленном порядке, кроме актов или отдельных их положений, содержащих

---

<sup>29</sup> Постановление Правительства РФ от 13 августа 1997 г. № 1009 «Об утверждении Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации».

сведения, составляющие государственную тайну, или сведения конфиденциального характера.

При этом согласно п. 10 Указа Президента РФ от 23 мая 1996 г. № 763<sup>30</sup> нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, кроме актов и отдельных их положений, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, или сведения конфиденциального характера, не прошедшие государственную регистрацию, а также зарегистрированные, но не опубликованные в установленном порядке, не влекут правовых последствий, как не вступившие в силу, и не могут служить основанием для регулирования соответствующих правоотношений, применения санкций к гражданам, должностным лицам и организациям за невыполнение содержащихся в них предписаний. На указанные акты нельзя ссылаться при разрешении споров. Таким образом при построении нормативной правовой иерархии норм экологического законодательства первостепенно мы руководствуемся Конституцией, получает из нее цели праворегулирования, далее Законом № 7-ФЗ устанавливается механизм правореализации, а подзаконными нормативными правовыми актами условия правореализации механизма, при этом порой противоречивые разъяснения данные в форме писем не подлежат к рассмотрению.

## 5.

Рассмотренная характеристика нормирования показала нам, что одним из условий является фоновая концентрация, однако соответствующий термин имеет различную окраску и в большинстве случаев применим только для природоресурсного регулирования, а не природоохранного. Если обратиться к ретроспективному анализу правовых актов, ранее российское законодательство предусматривало выделение в отдельный вид «естественные фоновые концентрации»<sup>31</sup>. А согласно п. 2 Правил охраны поверхностных вод «**фоновая концентрация нормированного вещества**» является количественной характеристикой, определяемой для данного источника примесей в заданном створе водного объекта при наиболее неблагоприятных *естественных* условиях формирования состава и свойств воды в нем с учетом влияния на заданный створ всех прочих источников примесей *за исключением* данного источника. В настоящее время имеется нормативное закрепление дефиниции

---

<sup>30</sup> Указ Президента РФ от 23 мая 1996 г. № 763 «О порядке опубликования и вступления в силу актов Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации и нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти».

<sup>31</sup> П. 2.6 «Правила охраны поверхностных вод (Типовые положения)» (утв. Госкомприроды СССР 21.02.1991). Документ фактически утратил силу на территории Российской Федерации в связи с принятием Водного кодекса РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ, регулирующего отношения по охране вод.

«естественный природный фон», но понятие «естественная фоновая концентрация» напрямую не раскрыто, для этого многочисленная терминология выстраивает цепочку взаимозависимых дефиниций из различных по силе нормативного регулирования.

Для понимания контекста понимания ситуации обратимся в терминологии имеющейся для определения фона, например, в п. 12 ГОСТ Р 56828.38-2018<sup>32</sup> указано, что «естественный природный фон» - это естественно возникающие в природе шумовые, инфразвуковые, ультразвуковые и вибрационные воздействия, т.е. такие, которые наблюдаются при отсутствии антропогенного воздействия, при этом в примечании к данной формулировке сказано, что «природные факторы окружающей среды» представляют собой естественный фон биосферы, обеспечивающий относительное постоянство ее состава, круговорот веществ в природе и служащий основой функционирования живой материи.

При этом данный ГОСТ дает нам два понятия: в п. 37 ГОСТ Р 56828.38-2018 «**фоновая концентрация загрязняющего вещества**» - количество загрязняющего вещества, содержащегося в единице объема окружающей или природной сред, *подвергнутых антропогенному воздействию*, а в п. 109 ГОСТ Р 56828.38-2018 «**фоновое значение показателей качества воды**» - значение показателей качества воды водоема или водотока до влияния на него источника загрязнения. Также имеется определение понятия «**Зона влияния источника загрязнения**» как часть водоема или водотока, в которой превышены фоновые значения показателя качества воды, *но нарушения норм качества не наблюдается*. Данные определения заимствованы из приложения 1 к ГОСТ 17.1.3.07-82<sup>33</sup>.

Если обратиться к первоисточнику, то из преамбулы ГОСТ 17.1.3.07-82 следует, что настоящий стандарт устанавливает правила контроля качества воды водоемов и водотоков, включая устьевые участки рек, по физическим, химическим и гидробиологическим показателям, осуществляемого Общегосударственной службой наблюдений и контроля за загрязненностью объектов природной среды (ОГСНК). **Стандарт не распространяется на контроль качества вод водоемов и водотоков, используемых для конкретных целей водопользования по ГОСТ 17.1.1.03-78, и на экспедиционные обследования.** При этом указанный ГОСТ утратил силу, а взамен ему введен с 01.07.1986 ГОСТ 17.1.1.03-86<sup>34</sup> из п. 1.2 которого, следует, что стандарт применяется при разработке нормативно-технической документации, способствующей

---

<sup>32</sup> ГОСТ Р 56828.38 2018 «Национальный стандарт Российской Федерации. Наилучшие доступные технологии. Окружающая среда. Термины и определения» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 22.05.2018 № 269-ст).

<sup>33</sup> ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».

<sup>34</sup> ГОСТ 17.1.1.03-86 «Охрана природы. Гидросфера. Классификация водопользований».

рациональному использованию и охране вод. При этом согласно индукционному методу построенная стандартом классификация приводит нас к следующей цепочке: п. 2 «Классификация водопользований», п. 2.1 «По целям использования вод», п. 2.1.10 «Сброс сточных вод».

Из рассмотренного недействующего ГОСТа в п. 1.9 приложения 2 (Обязательное) «Программы контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям и оценка качества воды» ГОСТ 17.1.3.07 82 можно получить представление о механизме установления влияния водостока на водный объект, например: «Два или более створа устанавливаются на водотоках при наличии организованного сброса сточных вод. Один из них располагается на расстоянии *1 км выше* от источника загрязнения, *вне зоны его влияния*, другие - ниже источника загрязнения или последнего по течению из группы источников загрязнения в следующих местах: в месте достаточно полного (не менее 80%) смешения сточных вод с водами водотока, *при невозможности отбора проб в створе полного смешения (значительное удаление, отсутствие подъезда и т.п.) допускается отбор проб в створе, расположенном ближе к источнику загрязнения*, в месте, определяемом в установленном порядке не далее 0,5 км от сброса сточных вод при отсутствии рассеивающего выпуска *для объектов рыбохозяйственного водопользования.*».

Или такой пример: в п. 1.12 приложения 2 (Обязательное) «Программы контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям и оценка качества воды» ГОСТ 17.1.3.07 82 – «Количество вертикалей в створе на водотоках определяют *с учетом условий смешения* вод водотока со сточными водами, а также с водами притоков. При неоднородном химическом составе воды в створе устанавливают *не менее трех* вертикалей (на стрежне и на расстоянии от 3 до 5 м от берегов), при однородном химическом составе - *одну* вертикаль (на стрежне водотока). Количество вертикалей в створе на водоемах определяют с учетом ширины зоны загрязненности водоема. При этом первую вертикаль располагают на *расстоянии не далее 0,5 км от берега или от места сброса сточных вод*, последнюю - непосредственно за границей зоны загрязненности.».

Таким образом для установления уровня влияния стоков в водный объект устанавливался при учете множества факторов, например, уровень смешения стока с природной водой или удаленность от водовыпуска, или технические возможности самого процесса сброса стоков в водный объект, при этом необходимо учитывать и физическую возможность отборов проб, например, неблагоприятные погодные условия, или техническую невозможность отбора. Собственно говоря сама

процедура установления фоновых показателей построена на зависимости от ряда физических и технологических условий, поэтому можно утверждать, что в природоохранных целях установление фоновых концентраций веществ в воде водных объектов носит по сути больше формальный характер, так как установление НКОС уже сопровождалось проведением экологических исследований, а значит была проведена оценка влияния различных факторов, поэтому дополнительные длительные исследования приведут только к затягиванию начала процессов восстановления нарушенного природного состояния соответствующего компонента окружающей среды.

Однако, если обратиться к ряду иных специальных норм, то тут возникает совершенно другое представление относительно того, что считать «фоном».

Например, п. 3.1.51 СТО Газпром 8-2005<sup>35</sup> «**фоновая концентрация**» - концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние *всех источников* примесей, за исключением данного источника.

П. 37 ГОСТ 17.2.1.03-84<sup>36</sup> «**Фоновая концентрация загрязняющего атмосферу вещества**» - концентрация загрязняющего атмосферу вещества, создаваемая *всеми источниками*, исключая рассматриваемые.

П. 3.1.52 ГОСТ 17.0.0.04-90<sup>37</sup> «**фоновая концентрация загрязняющего вещества**» - количество загрязняющего вещества, содержащегося в единице объема *природной среды, подверженной антропогенному* воздействию.

П. 3.1.6 Р 52.24.765-2012<sup>38</sup> и п. 3.15 РД 52.24.689-2006<sup>39</sup> дают одинаковое определение: «**фоновая концентрация химического вещества**» включающее в расчетное значение концентрации вещества как естественные, *так антропогенные* факторы воздействия.

Можно сказать, что содержание приведенных норм указывает на приверженность к первому подходу определения фоновых концентраций. Однако, если посмотреть РД 52.24.622-2001<sup>40</sup>, который был упразднен 01.09.2017, то для определения фона необходимо учитывать участок водотока *наименее подверженный*

---

<sup>35</sup> СТО.Газпром.8.2005 «Регламент по расчету предельно допустимых сбросов веществ в поверхностные водные объекты со сточными водами».

<sup>36</sup> ГОСТ 17.2.1.03 84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения».

<sup>37</sup> ГОСТ 17.0.0.04 90 «Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения».

<sup>38</sup> Р 52.24.765 2012 «Методика расчета стоимости работ по рассмотрению проектов нормативов допустимых сбросов веществ в водные объекты и подготовке справок о расчетных характеристиках водотоков».

<sup>39</sup> РД 52.24.689-2006 «Порядок согласования проектов нормативов предельно допустимого сброса вредных веществ в водные объекты».

<sup>40</sup> РД 52.24.622 2001 «Руководящий документ. Методические указания проведения расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков».

*антропогенному* воздействию, что дает нам возможность относить это понятие уже ко второму подходу. Стоит отметить, что после отмены данного Руководящего документа, его заменили РД 52.24.622-2017 (действовавший до 26.09.2019) и РД 52.24.622-2019 (действующий с 27.09.2019) которые определяют порядок установления «**условных фоновых концентраций**» для целей установления НДС при определении платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) в порядке установленном постановлением Правительства РФ от 03.03.2017 № 255<sup>41</sup>.

По своему правовому смыслу положения Методики № 87 и Закона № 7-ФЗ относят «фоновую концентрацию» к «естественной фоновой концентрации», так как вред (ущерб) это результат нарушения экологической безопасности.

### **Заключение. Discussion.**

Терминология фоновой и условной фоновой концентрации загрязняющих веществ слабо разработана в нормативных правовых документах. Учитывая абстрактность структурных единиц рассматриваемых дефиниций, в судебной практике возникает подмена понятий, упрощение и как следствие правоприменение в целом начинает использовать одни и те же слова подразумевая различные основания. Из-за чего возникает неоднозначное понимание и самого факта наступления вреда окружающей среде, так как для различных целей законодательство предлагает различные подходы к их установлению. Анализируя представленные данные можно сказать, что различие терминов фоновой и условной фоновой концентрации необходимо применять исходя из цели для которой они применяются, так для природоохранной цели необходимо использовать понятие фоновая концентрация как «естественная фоновая концентрация веществ» не подверженная антропогенному воздействию, а для природоресурсной цели – «условная фоновая концентрация» в которую включаются все источники воздействия за исключением рассматриваемого. При этом установление НДС региональными органами исполнительной власти ниже нижнего порога ПДК должен рассматриваться как установление НКОС регионального уровня, и соответственно его нарушение как нанесение вреда (ущерба) соответствующему компоненту окружающей среды и наоборот, установление НДС выше нижнего порога ПДК не должно использоваться для установления факта причинения вреда (ущерба), так как имеются НКОС федерального уровня, нарушение которых также будет подтверждать наступление вреда (ущерба).

---

<sup>41</sup> Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду».

## References

1. Снакин В.В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник / Валерий Снакин; под ред. академика А.Л. Яншина. - М.: Academia, 2000. - 384 с.: ил.; 22 см.; ISBN 5-87444-083-6.
2. DIN ISO 4225:1996-08 Luftbeschaffenheit; Allgemeine Gesichtspunkte; Begriffe (ISO 4225:1994) (Air quality; General aspects; Vocabulary (ISO 4225:1994)). Beuth Verlag, Berlin. S. 4.
3. Franz Joseph Dreyhaupt (Hrsg.): VDI-Lexikon Umwelttechnik. VDI-Verlag Düsseldorf 1994, ISBN 3-18-400891-6, S. 614.
4. Письмо Росгидромета от 16.08.2018 № 20-44/282 "О направлении Временных рекомендаций "Фоновые концентрации вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха" на период с 2019 - 2023 гг."
5. Ревич Б.А., Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами / Ин-т минералогии, геохимии и кристаллохимии ред. элементов; [Сост. Б. А. Ревич и др.]. - М.: ИМГРЭ, 1982. - 111 с.: ил., 1 л. табл.; 20 см.
6. Budde William L. Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition). 2002, Pages 547-563, ISBN 9780122274107, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00227-1> (дата обращения: 10.12.2021).
7. Plant J.A., Kinniburgh D.G., Smedley P.L., Fordyce F.M., Klinck B.A. Treatise on Geochemistry. Pergamon, 2003, Pages 17-66, ISBN 9780080437514, <https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/09047-2> (дата обращения: 10.12.2021).
8. Jürgen Falbe, Manfred Regitz (Hrsg.): Römpp Chemie Lexikon. Thieme Verlag, Stuttgart 1995, ISBN 3-13-102759-2, S. 1805.
9. Ekologijos terminų aiškinamasis žodynas. – Vilnius: Grunto valymo technologijos. Algimantas Paulauskas, Karolis Jankevičius, Rapolas Liužinas, Vytautas Raškauskas, Petras Zajančkauskas. 2008.
10. Правила охраны поверхностных вод (Типовые положения) // (утв. Госкомприроды СССР. 21.02.1991).
11. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. 14.01.2002. № 2. ст. 133.

12. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, утвержденная приказом Минприроды России от 13.04.2009 № 87.

13. СТО Газпром 8-2005: Регламент по расчету предельно допустимых сбросов веществ в поверхностные водные объекты со сточными водами.

14. ГОСТ 17.2.1.03-84: Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

15. ГОСТ 17.0.0.04-90 «Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения» (утратил силу).

16. Р 52.24.765-2012: Методика расчета стоимости работ по рассмотрению проектов нормативов допустимых сбросов веществ в водные объекты и подготовке справок о расчетных характеристиках водотоков.

17. РД 52.24.689-2006: Порядок согласования проектов нормативов предельно допустимого сброса вредных веществ в водные объекты.

18. РД 52.24.622-2001 «Руководящий документ. Методические указания проведения расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков».

19. РД 52.24.622-2017 «Руководящий документ. Порядок проведения расчета условных фоновых концентраций химических веществ в воде водных объектов для установления нормативов допустимых сбросов сточных вод».

20. РД 52.24.622-2019 Порядок проведения расчета условных фоновых концентраций химических веществ в воде водных объектов для установления нормативов допустимых сбросов сточных вод».

21. постановление Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149 «О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий» // Собрание законодательства РФ. 25.02.2019. № 8. ст. 778.

22. постановление Правительства Российской Федерации от 28.06.2008 № 484 «О порядке разработки и утверждения нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Собрание законодательства РФ. 07.07.2008. № 27. ст. 3286.

23. приказ Минсельхоза Российской Федерации от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 16.01.2017.

24. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 05.06.2006. № 23. ст. 2381.

25. приказ Минприроды России от 14.03.2007 № 56 (утратил силу) «Об утверждении типовой формы решения о предоставлении водного объекта в пользование» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 22. 28.05.2007.

26. приказ Минприроды России от 08.07.2019 № 453 «Об утверждении типовой формы решения о предоставлении водного объекта в пользование, принимаемого Федеральным агентством водных ресурсов, его территориальным органом, органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органом местного самоуправления» // Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 09.09.2019.

27. постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.2017 № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» // Собрание законодательства РФ. 13.03.2017. № 11. ст. 1572.

# APPLIED LINGUISTICS

UDC 81

## Nedbailik S.R., Tsytkin E.I. On parenthesis-modal discourse-text 'transitions' functional-semantic characteristics (in modern English, French and German)

**Nedbailik S.R.,**

PhD, associate professor

**Tsytkin E.I.,**

PhD, associate professor

Institute of foreign languages  
Petrozavodsk State University

***Abstract.** The present article dwells upon parenthesis-modal discourse-text 'transitions' as a complex phenomenon, having various functional-semantic features in modern English, French and German. Existing at the junction of auxiliary and full-semantic units systems, these elements show an obvious tendency for interaction with so called 'pure' copulas, primary bearers of 'conjunction' category semantics. Thus, concerning main factors and prospects of this multi-aspect process, the authors give a detailed picture of its consecutive stages. The results of practical material complex analysis carried out in the frame of given research allow to state a large functional scope of most discourse-text parenthesis-modal 'transitions', possessing hybrid manifestations, large transposition abilities and a high transformation potential.*

***Keywords:** discourse-text 'transitions'; parenthesis-modal; adverbial-substantive elements; functional-semantic; interaction.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_30

Рецензент: Демидович Татьяна Викторовна - Кандидат филологических наук.  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, преподаватель Центра по изучению русского языка для иностранных студентов

As it is known, every discourse-text presents a regular structure and a coherent system, functioning as a complete message, possessing its own content and organized by one of abstract models, existing in the language, characterized by some distinctive features [11]. The very notion of 'content' applied to a text unity acquires its terminological use, different from the notions: 'sense' and 'meaning'. So, coherence and cohesion can be treated not only as semantic phenomena, being manifested as structural, semantic and communicative integrity, 'interacting as form, content and function' [1]. It's evident that communicative integrity of a discourse-text is expressed in the relations of successions between its forming components, micro-segments, or super-phrasal units (SPU) [10].

Otherwise, each following sentence of SPU (micro-text) is supported by a preceding one, what produces various communicative chains, structuring a statement informatively in the direction: from a known fact to a new one. All sentences, forming a (micro)text, are interlinked not only by their thematic unity and the principle of communicative progression, but also by external signals, indicating that all the components make up some structural complex. Such linking elements can be presented by pronouns, articles, auxiliary verbs, particles, etc.

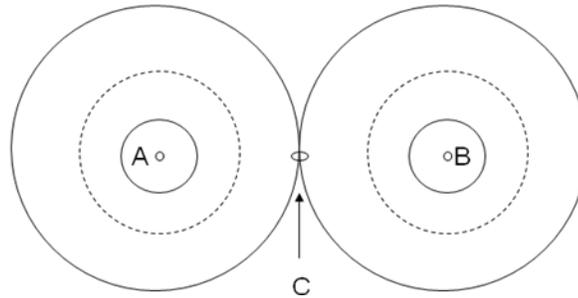
Discourse-texts of different styles can be also formed by means of special elements, having got in the theory of linguistics the name of 'logical connectives' [6]. These linking words, or so called 'transitions' can both contribute to text unities structuring and comprehension. It's obvious that depending on the functional-stylistic character of discourse-texts in question the number and cast of connectors can considerably differ with certain types possible prevailing. This fact can be explained by specific features of text fragments structural-compositional, logical-semantic integrity. In its turn, that predetermines possibilities of more/less extensive variation of syntactic relations and means of their realizing, what results in different units contextual synonymy. Evidently, these tendencies are expressed distinctly in speech statements characterized by high preciseness and logics of material presenting, informative density, what is particularly observed in scientific and official prose. Strict segmentation and linear structuring, compositional unity of such texts necessitate constant use of (inter)phrasal connectives with more or less expressed lexical semantics.

Considering a generally accepted in modern communicative pragmatic syntax theory principle of 'transitions' classifying into three main types [3]: a) purely grammatical; b) lexical-grammatical; c) purely lexical, it's necessary to define more precisely the actual scope and content of sub-classes in question. Thus, the first group comprises copulative elements: auxiliary verbs, conjunctions, prepositions, some parallel constructions, etc.; the second division includes parenthesis-modal conjunctive words, whole sentences and their parts, prepositional-substantive complexes, etc.; the third group covers various word doublings, synonyms, antonyms, etc., with taking into account connective word combinations, phrase segments and chains, such as: conjunction + conjunctive adverb, conjunctive adverb + parenthesis element, part of a sentence + conjunctive adverb, conjunctive adverb + conjunctive adverb, etc. One can easily guess that a special interest for researchers is provoked by the second group units considered to be signals of sin-semantic relations, markers of so-called 'left/right context' [1]. The cast of these elements is formed primarily by parenthesis-modal adverbial-substantive elements: a) 'besides, more(over), furthermore, again, likewise, certainly, then, next, now', etc. (en.); 'maintenant, en plus, ensuite, encore, alors, en effet, enfin', etc. (fr.); 'ausserdem, mehz, weiteres, wieder, natuerlich, gewiss,

naechste', etc. (ger.), marking connective type relations; b) 'however, yet, still, (al)though, hence', etc. (en.); 'pourtant, cependant, quand même, en même temps', etc. (fr.); 'trotzdem, noch, zumindest, obwohl', etc. (ger.), marking contradiction type relations; c) 'therefore, thereupon, thus, accordingly', etc. (en.); 'conséquemment, finalement, enfin, donc', etc. (fr.); 'deschalb, folglich, demnach, solchergestait', etc. (ger.), marking consequence type relations. It's quite natural to suppose that all of them can easily correlate with primary and secondary conjunctions as bearers of synonymic functional meanings, even replacing and supplementing them in certain positions. So the elements of this kind are able to form particular peripheral compound groups of words in the language system, combining morphological features of one class with syntactic characteristics of another and are regarded as partial transforms, having special localization zones in the functional-semantic field of 'conjunction' [10]. In fact, most of such lexical-grammar 'transitions' are incorporated into syntactic complexes not only as constructive elements, fixing contextual-logical connections between sentences and their parts, but also as the markers of modal assessment, signals of actual segmentation [9]. The ability of obtaining connective functions in a large syntactic context can be explained not only by initial semantic similarity with so called 'pure' conjunctions and conjunctive words, i.e. the absence of subject-conceptual content in their semantics, but also by a clear tendency for 'language economy' [6]. In fact, it is even considered to be the ground for their raising to a special interclass sub-category of so called 'conjunctive adverbs' existing in the language system as a 'complex group of non-changeable lexical units, differentiated by distributive characteristics' [3], a constant reserve for conjunctions total cast enlarging.

Acknowledging the possibilities of frequent parenthesis elements transpositions into syntactic distributions favorable for acquisition a secondary conjunctive function, it is necessary to mention the inner reasons and factors of this phenomenon. The main factor predetermining the easiness of their position and functional charge change, apart from their paradigmatic features, i.e. almost absolute morphological invariability (with the exception of some adverbial words ability to produce degrees of comparison forms, for example, 'likely'), is their semantics initial relativity [5]. Primarily different elements of adverbial-substantive and other genesis thanks to their lexical semantics abstractness and largeness of their manifestations scope are capable of marking the widest spectrum of semantic-syntactic relation nuances in predicative structures, SPU: temporal, conditional, causative, concessive, conclusive, contradictory, etc. In fact, it causes a really strong trend for their constant integration with purely grammar copulas, what results in possible partial or complete functional-semantic complex transforming and correspondingly in their further moving first into peripheral and then towards the central zones of 'conjunction' functional-semantic field

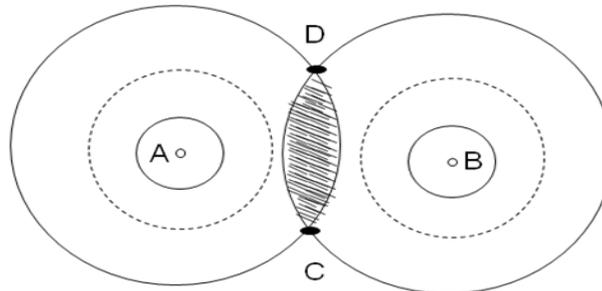
spheres [10]. Of course, this process of ‘parenthesis-modal’ and ‘conjunction’ functional-semantic fields interaction is rather slow, characterized by a multi-stage course, what can be shown schematically by the figures presented below.



**Figure 1. The first stage of functional-semantic fields interaction**

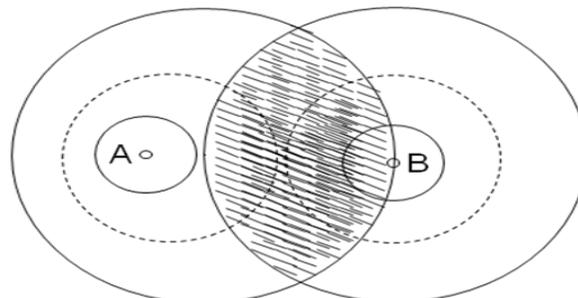
**Remark:**

- A – the center of ‘parenthesis-modal’ functional-semantic field sphere
- B – the center of ‘conjunction’ functional-semantic field sphere
- C – the point of functional-semantic fields integration



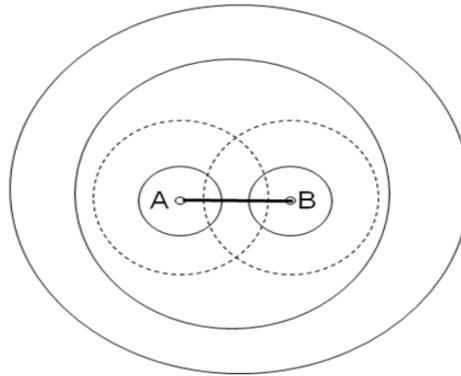
**Figure 2. The second stage of functional-semantic fields interaction**

**Remark:** C, D – the points, marking the border of functional-semantic fields integration zone.



**Figure 3. The third stage of functional-semantic fields interaction**

**Remark:** The shaded segment marks the enlarged zone of functional-semantic fields integration.



**Figure 4. The fourth (final) stage of functional –semantic fields interaction**

**Remark:** The circles inside mark the zones of parenthesis-modal ‘transitions’ localization adjacent to the centers of the functional-semantic field spheres.

Depending on the extent of ‘relativity’ component expression in connective elements’ general semantics, they can be localized in different circles of ‘conjunction’ functional-semantic field structure, more or less distantly from its central sections, what predetermines the possibility of such units use as the basic construction material. Naturally, the group of so-called secondary conjunctives can be formed in the periphery of adverbs class out of elements mostly disposed to be syntactic copulas in complex sentences, SPU because of their semantics ‘relativity’ component expression top extent [10]. For example, adverbial words and combinations: ‘moreover, furthermore, however, therefore’, etc. (en.); ‘ensuite, encore, pourtant, en plus, conséquemment’, etc. (fr.); ‘ausserdem, weiteres, trotzdem, folglich, demnach’, etc. (ger.) are used for syntactic complexes parts binding with the same intensity as interrogative-relative adverbs (‘when, where, why, how, what’, etc. (en.); ‘quand, comment, où, pourquoi, que’, etc. (fr.); ‘wann, wo, warum, wie, was’, etc. (ger.)). Other elements of this group: ‘meanwhile, instead, finally, hence, also, consequently, none/nevertheless, next, still, then, otherwise, besides, thus’, etc. (en.); ‘finalement, initialement, cependant, enfin, contrairement’, etc. (fr.); ‘dann, naechste, noch, deshalb’, etc. (ger.) are most frequently used as discourse-text inter-sentential ‘transitions’ together with prepositional-substantial combinations, prepositional-conjunction contaminants and compound copulas.

For example: 1. Now the economies of English-speaking countries stand at different stages of the cycle. *However*, despite periodic recessions or depressions, they have continued to grow over time [2, p.126].

2. Capital is also needed for salaries, credit extension to customers, advertising, insurance and many other operations. *Moreover*, financing is essential for growth and expansion of a company... [2, p.147].

3. Horizontal mergers allow to secure low cost operation by realizing economies of scale in manufacture and distribution. *Besides*, the combined organization may have access to technical and financial resources, previously not available [2, p.128].

4. Pour être efficace, il faut que les moyens soient doublés. *En plus*, il vaudrait mieux augmenter le contrôle et adapter les textes, aujourd'hui totalement dépassés par les nouvelles technologies [8, p.138].

5. Les transformations que la France a connues durant les années 60-80 ont entraîné des réformes profondes dans le domaine de l'enseignement. *Cependant*, les changements qui en découlent, maintiennent l'inégalité sociale [8, p.126].

6. Quant aux nouvelles technologies, elles nous astreignent à une temporalité assez brève. *Par suite*, le dérèglement de la temporalité politique, économique devient une simple figure de la bêtise [8, p.154].

7. Classical economists believe that under these circumstances, the interest rate will fall, causing investors to demand more of available savings. *And* an increase in savings will lead to a rise in investment expenditures through a reduction of the interest rate [2, p.159].

8. Tout est affaire de perspectives et de structure de consommation, *car* on peut observer à la fois l'augmentation des coûts de certaines dépenses contraintes; *mais* aussi la baisse des coûts de communication [8, p.147].

9. Universitäre Bildung gehörte nach Auffassung der meisten nicht dazu, *folglich* muss das System geändert werden [4, p.138].

10. Die Ermittler hätten das Gebäude nach neun Stunden wieder verlassen, meldete die Nachrichtenagentur Anadolu. *Trotzdem* haben die nichts gefunden [4, p.178]

11. Organisationen des Landes versammeln um sich ständig ganze Reihen ihrer Anhänger, keine gleichgültigen Menschen, gerade *deshalb* ist es schon gelungen, sehr viele scharfe Probleme auf einer positiven Grundlage zu lösen [4, p.124].

12. Es gibt keine Garantie, dass die Gefahr auf Canterbury begrenzt ist... *Und* alle Neuseeländer müssen besonders wachsam sein", hieß es... [4, p.167]

It's quite obvious that copulative words in above given phrases show certain difference of semantic features expression extent. Thus, the adverbial-substantial elements 'moreover' (en.), 'en plus', 'par suite' (fr.), 'deshalb' (ger.) uniting syntactic complexes parts: (2), (4), (6), (11) bring into them lexical-semantic nuances of 'addition', 'supplement', 'logical order',

'consequence', 'succession', accentuating at the same time the most relevant information, contained in the statements segments. Otherwise, they play both the roles of modal quality explicators-modifiers [6] and communicative-pragmatic lexical intensifiers. One can guess, that this position of 'discursive elements', that's of 'left/right side sin-semantic signals' [12], helps them to mark a passage from one (micro)theme to another, thus contributing to actual segmenting of syntactic groups. As far as adverbial elements 'however' (1), 'cependant' (5), 'trotzdem' (10) are concerned, they probably add the lexical nuance of 'contradiction' into the whole semantic-syntactic complex, functionally closely interacting with conjunctions 'mais' (8), 'und' (12).

Of course, the very possibility of combining two functions at the same time – of a binding element/ an adverbial modifier, proves the independence and broadness of their base lexical-grammar meaning with the lexical component obvious prevailing, its 'conjunction' element having much weaker manifestations. Thus, all this necessitates postulating the fact of preserving initial semantic features by the adverbial-substantive 'transitions' in question despite their actual syntactic transpositions and 'auxiliary' functioning usual character. In case (3) the adverbial-conjunctive word 'besides' also acts as a copula joining two parts of a complex phrasal unity, thus it realizes primarily the 'conjunction' component potentially contained in its base semantics and peculiar in any extent for most adverbial words. In fact, this unit is not related concretely to any of phrase segments, what can be proved by the impossibility of its combinations supposed excluding of syntactic complexes in case of possible segmentation. That is an obvious sign of this 'transition' semantic dominant absence and initial category features obvious transposition in given syntactic distributions [10]. Of course, the common sign of paradigmatic invariability provides possibilities of their mutual integration in the sphere of morphology.

It's quite clear, that the adequate idea of 'conjunction' element expression extent in a language unit general semantic complex and possible transformation usual/occasional character under given syntactic distributions can be obtained only in case of its multi-aspect comparing with specialized 'conjunction' function bearers – purely grammar copulas. So, considering the functional-semantic features of parenthesis-modal linking elements 'moreover', 'however', 'folglich', 'trotzdem', 'en plus', 'cependant' and grammar copulas 'and', 'besides', 'car', 'und', 'deshalb', etc. one can distinctly see their close interaction by the meanings of 'relativity', 'conjunction': (1); (2); (3); (4); (5); (6); (7); (8); (9); (10), (11), (12). The similarity of 'transitions' functional charge in above given examples is quite evident, still, their obvious semantic differentiation is observed in the extent of lexical components expression in the general semantic complex. Surely, the conjunctions 'and', 'car', 'und', as well as adverbial-

conjunctive words ‘besides’, ‘deshalb’ bring into phrasal unities a purely grammar meaning of ‘joining’ and entering them as linking elements they can’t be considered their members. Thus, they are totally (7), (8), (12) or mostly (3), (11) deprived of any other functional charge and can be omitted without any violation of phrases coherence and changes of their semantics.

For example: (8); 8<sup>1</sup> Tout est affaire de perspectives et de structure de consummation... on peut observer à la fois l’augmentation des coûts de certaines dépenses contraintes; ... aussi la baisse des coûts de communication.

(11); 11<sup>1</sup>. Die zivilgesellschaftlichen Organisationen des Landes versammeln um sich ständig ganze Reihen ihrer Anhänger, keine gleichgültigen Menschen, gerade ... ist es schon gelungen, sehr viele scharfe Probleme auf einer positiven Grundlage zu lösen.

(12); 12<sup>1</sup>. Es gibt keine Garantie, dass die Gefahr auf Canterbury begrenzt ist... alle Neuseeländer müssen besonders wachsam sein", hieß es...

At the same time, the omission of parenthesis words: ‘moreover’ (2), ‘however’ (1), ‘en plus’ (4), ‘par suite’ (6), ‘folgich’ (9), ‘trotzden’ (10) would probably cause a visible modification of statements general semantic structure even in case of preserving their relative integrity.

For example: (1); 1<sup>1</sup>. Now the economies of English-speaking countries stand at different stages of the cycle. ...Despite periodic recessions or depressions, they have continued to grow over time.

(2); 2<sup>1</sup>. Capital is also needed for salaries, credit extension to customers, advertising, insurance and many other operations. ... financing is essential for growth and expansion of a company...

(3); 3<sup>1</sup>. Horizontal mergers allow to secure low cost operation by realizing economies of scale in manufacture and distribution. ... the combined organization may have access to technical and financial resources, previously not available.

(4); 4<sup>1</sup>. Pour être efficace, il faut que les moyens soient doublés. ... il vaudrait mieux augmenter le contrôle et adapter les textes, dépassés par les nouvelles technologies.

(5); 5<sup>1</sup>. Les transformations que la France a connues durant les années 60-80 ont entraîné des réformes profondes dans le domaine de l’enseignement. ... les changements qui en découlent, maintiennent l’inégalité sociale.

(6); 6<sup>1</sup>. Quant aux nouvelles technologies, elles nous astreignent à une temporalité assez brève. ... le dérèglement de la temporalité politique, économique devient une simple figure de la bêtise.

(9); 9<sup>1</sup>. Universitäre Bildung gehörte nach Auffassung der meisten nicht dazu, ... muss das System geändert werden.

(10); 10<sup>1</sup>. Die Ermittler hätten das Gebäude nach neun Stunden wieder verlassen, meldete die Nachrichtenagentur Anadolu. ... haben die nichts gefunden.

(12); 12<sup>1</sup>. Es gibt keine Garantie, dass die Gefahr auf Canterbury begrenzt ist. ... alle Neuseeländer müssen besonders wachsam sein", hieß es...

The functional differentiation of 'transitions' in above given examples becomes even more evident, if one takes into consideration their location in syntactic unities. It is known, that conjunctions can occupy a strictly fixed place corresponding to their utilitarian destination and thus any attempt to move them into some other position will cause an obvious sense violation. For example: (8); 8<sup>2</sup>. Tout est affaire de perspectives de commerce, on peut observer à la fois *car* l'augmentation des coûts de certaines dépenses contraintes, aussi la baisse *mais* des coûts de communication...

(12); 12<sup>2</sup>. Es gibt keine Garantie, dass die Gefahr auf *und* Canterbury begrenzt ist... alle Neuseeländer müssen besonders wachsam sein", hieß es...

Moving the conjunction into the beginning of a phrase results in acquiring by it another functional charge – of a discourse-text connector with a previous context implied:

(11); 11<sup>2</sup>. *Deshalb* die zivilgesellschaftlichen Organisationen des Landes versammeln um sich ständig ganze Reihen ihrer Anhänger, keine gleichgültigen Menschen, gerade ist es schon gelungen, sehr viele scharfe Probleme auf einer positiven Grundlage zu lösen...

In fact, any moving of parenthesis-adverbial words in the frame of given statements doesn't cause violations of their general semantic integrity. For example:

(2); 2<sup>2</sup>. Capital is also needed for salaries, credit extension to customers, advertising, insurance and many other operations. ... financing is *moreover* essential for growth and expansion of a company...

(3); 3<sup>2</sup>. Horizontal mergers frequently allow to secure low cost operation by realizing economies of scale in manufacture and distribution. ... the combined organization may *besides* have access to technical and financial resources, previously not available.

(4); 4<sup>2</sup>. Pour être efficace, il faut que les moyens soient doublés, ...il vaudrait mieux *en plus* augmenter le contrôle et adapter les textes, dépassés par les nouvelles technologies. Of course, these experimental data and results of multi-aspect analysis carried out show quite clearly real margins and points of different types parenthesis-modal discourse-text 'transitions' and grammar copulas possible semantic-functional interaction, manifested in the aspects of integration/differentiation.

In general, all this obviously proves the broadness of lexical-grammar parenthesis-modal discourse-text 'transitions' semantics, what allows them to play both the role of intra-phrasal copulas and sentence modifiers, bringing various lexical nuances into the total syntactic

complexes meaning. Surely, it gives a real ground for stating their functional integration with 'pure' copulas by common meanings of 'relativity', 'conjunction' contained in the semantic complex. At the same time, they are obviously differentiated by the sign of lexical components presence/absence in general semantics. This also proves a real poly-functionality of parenthesis-modal conjunctive equivalents, permitting them to play the role of lexical intensifiers and discursive modal markers in the frame of syntactic complexes. Discourse-text 'transitions' of various genesis create a parallel gradation of reality assessments (degrees of reality) of a fact, exposed in each of complex syntactic units parts. They can be also treated as explicators of texts modal quality and most informative segments, capable of bearing the additional functional charge of actual segmentation means. Thus, one has an obvious reason to consider lexical-grammar connectives an open-bordered group of poly-semantic (functional) units with hybrid characteristics, localized at the crossing of 'modality', 'adverbial', 'substantive' fields and occupying a separate open micro-field adjacent to (micro)fields of conjunctions/conjunctive words. It is evident that the scope and frequency of parenthesis-modal 'transitions' use are stipulated by specific structural-compositional and stylistic features of discourse-texts in question.

#### References

1. Arapoff N. The semantic role of sentence connectors in extra-sentence logical relationships// *Tesol Quarterly*. New York: Academic Press, 1998. Issue 2. P. 167-178.
2. Dyukanova N. *English for economists*. Moscow: Infra-M., 1998. P.178-245.
3. Hall P., Harriel M. *Reference guide to grammar and usage*. New Jersey: Englewood Cliffs, 1994. Issue 2. 568p.
4. Kulner F. *Deutsch für das Studium*. Freiburg, 2008. 276p.
5. Lebedeva M. The semantic and syntactic structure of a coherent text// *Essays on text linguistics*. Pyatigorsk: University Press, 2001. Issue 2. P.113-121.
6. Moeschler J. Causal, inferential and temporal connectives: Why 'parce que' is the only causal connective in French ?// *Marqueurs discursifs et subjectivité*. Rouen: Presses Universitaires de Rouen et du Havre, 2014. Vol.6. P.97-114.
7. Nedbailik S. On functional-semantic characteristics of parenthesis-adverbial discourse-text transitions of logical type in modern French and English// *Ancient and New Romania* (16). Saint-Petersburg: University Press, 2015. Issue 16. P.238-245.
8. *Paris-Match*. Paris, 2019. Vol. 9, 12. P.134 -167; P.112-173.

9. Pastukhova S. Consecutives in English languages and their functions in natural-scientific written style// Collection of scientific works. Pyatigorsk: University Press, 2001. Issue 4. P.173-180.

10. Pravikova L. Coherent aspects of oral and written discourse//Collection of scientific works. Pyatigorsk: University Press, 2001. Issue 4.P.181-189.

11. Zaitseva O. Adverbs functional characteristic in sentences and texts// Essays on text linguistics. Pyatigorsk: University Press, 2001. Issue 3. P.124-187.

12. <http://www.spiegel.de/politik/ausland/neuseeland-will-nach-terroranschlag-auf-moscheen-waffengesetze-verschaerfen-a-1258184.html>

# APPLIED PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY

UDC 37

## Chagina E.A., Turmova E. P., Ivanova A. Y., Semykina P.I., Fomkina V.S. Innovative educational technologies in the teaching of pathological physiology

**Chagina E.A.**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Normal and Pathological  
Physiology.  
FSBEI HE PSMU of Ministry of Health of Russia;

**Turmova E. P.**

Associate Professor, Department of Normal and Pathological Physiology. D.  
in medical sciences.  
FSBEI HE PSMU of Ministry of Health of Russia;

**Ivanova A. Y.**

Assistant in the Department of Foreign Languages.  
FSBEI HE PSMU of Ministry of Health of Russia;

**Semykina P.I.**

student  
FSBEI HE PSMU of Ministry of Health of Russia; Vladivostok, Russia;

**Fomkina V.S.**

student  
FSBEI HE PSMU of Ministry of Health of Russia; Vladivostok, Russia.

**Abstract.** *The modern trend in medical education is to integrate fundamental knowledge in the field of science with its clinical application.*

*The most important feature of higher medical education in modern conditions is competence-based approach, the essence of which lies in creating conditions for development of academic, professional and social competences in students [5,6]. The process of doctor training becomes personality-oriented, with clinical orientation of cognitive activity [2]. In this regard, the main role of fundamental disciplines is aimed not only at the formation of students' system of knowledge, skills and abilities, but also a set of basic competences in intellectual, communicative, informational, professional and other areas. Innovativeness of educational work implies purposeful introduction of new methods and technologies into the educational process that contribute to effective learning. [11,12] This type of learning process focuses on introducing novelty into learning, conditioned by the peculiarities of the dynamics of life and activity development, the specifics of learning and the needs of personality, in the development of socially useful knowledge and professionally significant competences, character traits and qualities and behaviour experience among students [14,15].*

*At present, the problem of organizing forms of learning is one of the main ones in the theory of didactics and methodology of teaching disciplines. Although, in the history of pedagogy, the system of forms of learning organization has been known since antiquity, but the search for new learning technologies sets scientists even today the tasks of modernization of organizational forms of learning aimed at the formation of a creative personality [4].*

*The basis of methodological innovations today is focused on the application of interactive methods and technologies of education, which imply such an organization of the educational process, in which almost all students are involved in the educational process, have the opportunity to understand and reflect on what they know and think. The application of such*

*active and interactive methods in the learning process, unlike traditional classes, where the student is a passive listener, is based on the involvement of all students of the group without exception, with each of them making their individual contribution to the task set by means of active exchange of knowledge, ideas, ways of activity [3].*

*Teaching methods can be divided into three generalised groups:*

*1. passive (traditional) - a learner acts as an "object" of training (listening and*

*In the traditional teaching model, students are offered to assimilate large amounts of ready-made knowledge [13]. In this case, there is practically no need to develop projects, which are based on learning activities with other students.*

*2. active - student is a "subject" of learning (lecture, independent work, creative assignments). The active method should be understood as a form of interaction between students and teacher, in which teacher and students interact with each other during the class and students are not passive listeners, but active participants of the class. While a passive method implies an authoritarian style of interaction, an active method is focused on a democratic style.*

*3. interactive - interaction. The use of the interactive method implies simulation of life situations, the use of role-playing games, and joint problem solving. There is no dominance of any participant in the learning process or any idea. From an object of influence the student becomes a subject of interaction, he/she actively participates in the learning process, following his/her individual route [10].*

*Innovative educational technologies (hereinafter referred to as IET) are technologies focused on the creation and use of such forms of learning activity organization, where the emphasis is placed on the forced activity of the learner (not doing) and on the formation of systemic thinking and the ability to generate ideas when solving creative tasks [1,2].*

*The successful mastering of competences (according to FSES) is difficult without the use of innovative teaching methods (educational technologies) such as business games, thematic quests, workbooks, case studies, virtual experiments [9].*

**Keywords:** *innovative educational technologies, competences, active methods, interactive methods, methodological innovations.*

---

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_41

Рецензент: Агронина Наталья Иосифовна — Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры социальной работы, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»

## **Materials and methods.**

Experimental modelling is the key method of pathological physiology. Teaching theoretical material on the basis of illustrative examples is a fundamental methodological technique of medical educational activity.

The purpose of the application of educational technology of the educational discipline is improving:

the quality of training by developing creative potential,

-analytical thinking, communicative skills

-capacity for self-learning in order to increase the level of formed competences

-Personal growth during the whole period of study and in the future professional activity

The objectives of the educational technology of the training discipline are:

-analysis of the problem situation

- ability to express one's own opinion based on arguments

- ability for independent learning

- improvement of practical skills

Pathological physiology is a science that studies the most common patterns of occurrence, development and outcomes of pathological processes, typical pathological processes and diseases. The main purpose of pathological physiology is to establish the most general patterns and laws that guide the development of pathological processes and disease. The subject (object) of pathology study is human disease.

Virtual experiment (simulation technology). Following the concept of humane use of animals and alternative methods of teaching in education, promoted by the International Society for Humane Education "InterNiche", European Coalition for the Eradication of Experiments on Animals, in the educational process it is also possible to use educational video films with the experiment on the subject of the discipline "Pathological Physiology".

Let us demonstrate the use of a virtual experiment in a classroom lesson on "Pathophysiology of the nervous system".

### **Stages of the session based on the results of the virtual experiment**

Process of the lesson:

I. Introductory part of the lesson (10 min.) The practical importance of the theme of the lesson in the system of training for professional activity is revealed in order to develop a motive and, consequently, activation of cognitive activity of students.

II. The main part of the class (60 min.) Getting acquainted with the methodology of the virtual experiment, completing the tasks of the experiment, completing the record, presenting the results for evaluation, evaluating the performance of tasks in the record, solving problems that arose during the performance of tasks in the form of discussion (moderator - teacher), the final control.

Assessment of individual achievements, identification of individual and typical mistakes and their correction.

**Objective of the lesson.** To study typical disorders of the nervous system.

### **Methodology**

The anaesthetised frog had its brain exposed and was wrapped in a bandage so that its index finger could hold its head.

A transverse skin incision was made behind the nasal foramen. From the edges of the transverse incision, lateral incisions were made along both sides of the skull. The resulting trapezoidal skin flap was folded downwards.

A transverse cranial incision was also made behind the nostrils. Carefully open the cranial cavity so as not to damage the brain.

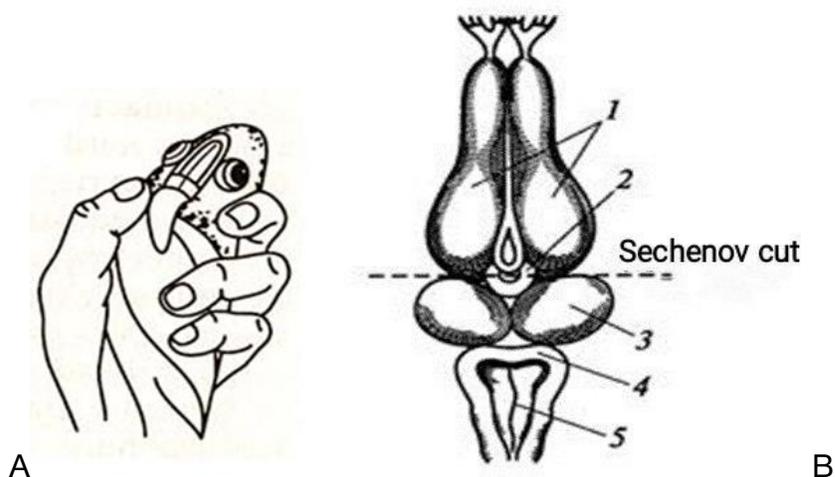


Illustration. Sechenov inhibition.

A - dissection of the frog's skull.

B - the frog brain:

1 - large hemispheres:

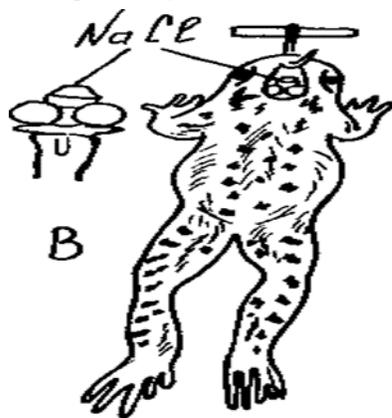
2 - optic tubercles;

3 - midbrain;

4 - cerebellum;

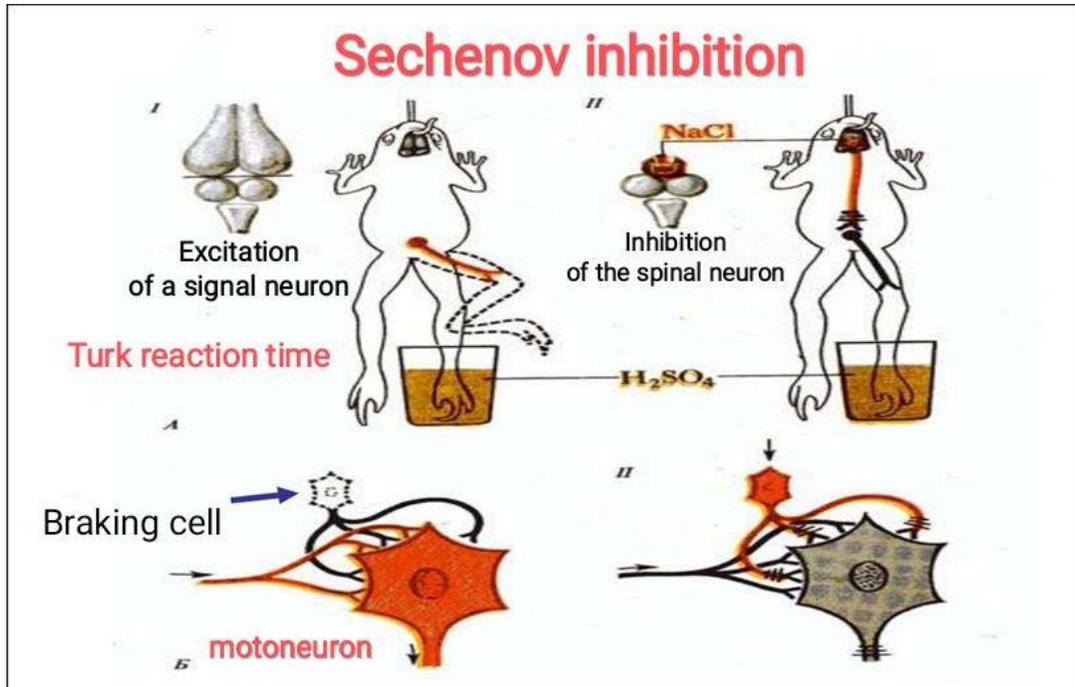
5 - medulla oblongata;

After opening the cranium, the brain was transected along the posterior edge of the large hemispheres (Sechenov incision), leaving the optic tuberosities undamaged.



Suspend the frog on a tripod and after 5 - 7 min, determine the average Turk reflex time by dipping the toes of the hind paw into a 0.5% sulphuric acid solution.

Carefully dry the surface of the brain slice with small cotton wools or filter paper. Place a crystal of table salt on the slice of the optic tuberosities.



Determine the reflex time 1-2 minutes after placing the salt crystals several times and record the results.

Once a significant increase in reflex time has been recorded, remove the salt crystals from the surface of the brain and wash off the salt crystals with physiological solution. Hold the frog with its head downwards. Determine the reflex time again several times. Note the gradual return of the reflex time to its original value.

**Formalization of the protocol**

1. Write down the result of the measurements in the protocol. Draw up the report in the form of a table:

2.

Experience stage	Reflex time
After the Sechenov cut	
After overlaying the NaCl crystal	
After removal of the NaCl crystal	

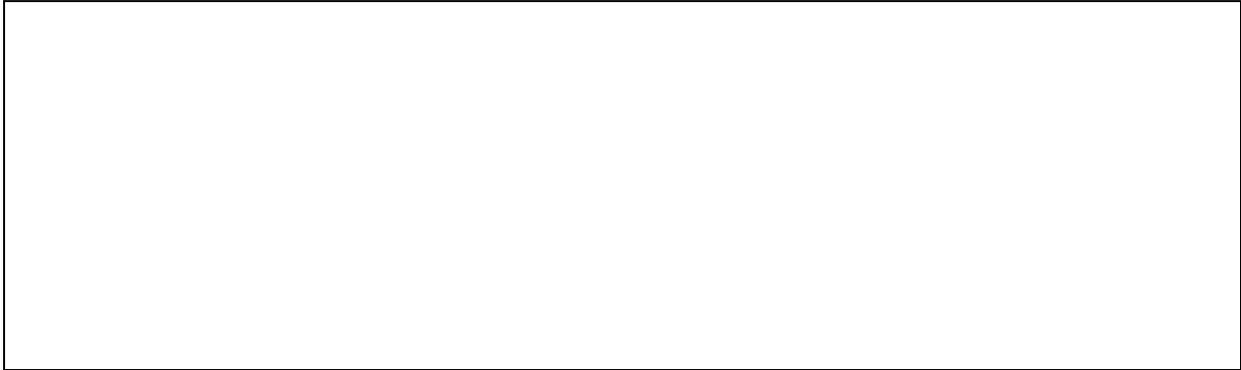
3. Infer the change in reflex timing and the reasons for the change. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. *Draw a diagram in your notebook illustrating the neurophysiological mechanism of Sechenov's inhibition in the CNS.*

*Note the pathways of excitatory and inhibitory signals.*



5. *Explain the mechanism of Sechenov inhibition*

---

---

---

6. *State the significance of Sechenov's discovery of central inhibition.*

---

---

---

The indicative action framework (OOD) for the students' independent work during study time is the evaluation of the peculiarities of the development of the pathological process depending on the state of the organism's nervous system in the experiment.

III.

IV. Concluding part of the lesson (20 min.). Summing up the session. Evaluation of the students' activities, defining the objectives of the lesson as a result of the experiment. Evaluation of the level of competence formation of students is carried out on a point-rating system.

Results. Throughout the educational process the general professional competences of the students are being formed and developed. Training of pathophysiological analysis of data on pathological processes, clinical syndromes and diseases using the knowledge of general laws of their origin, development and their outcomes takes place.

Conclusions. Improving teaching methods today is achieved through the use of innovative methods of active and interactive learning and information technology.

The introduction of innovative methods of teaching, together with the improvement of traditional pedagogical technologies, will optimize the educational process.

Interactive learning in the classroom when teaching the discipline "Pathological physiology" is an effective and popular way of interactive learning for students, which contributes to the development of all groups of competencies and the formation of the foundations of clinical thinking [7,8].

## References

1. Orlyanskaya T.Y., Volodicheva T.B., Aktushina G.A. Using elements of business games in teaching the discipline "Fundamentals of Medical Genetics" as a way to form the basis of clinical thinking in future doctors // Modern Science-Intensive Technologies. 2019. № 7. C.205-209.
2. Antipina U.D., Alekseeva S.N., Dmitrieva O.N. Experience of using modern educational technology in the study of discipline "Pathophysiology" (on the example of case-study) // World of science, culture, education. 2019. № 4 (77). C. 7-10.
3. Panfilova A.P. Innovative pedagogical technologies: Active learning: textbook for students of higher educational institutions. - M.: Publishing centre "Academy". - 2009. - 192 c.
4. Solodukhina O.A. Classification of Innovative Processes in Education // Secondary Vocational Education. - 2011. - № 10. - C.12 -13.
5. Active and interactive educational technologies (forms of classes) in higher education: a training manual / comp. T.G. Mukhina. - N. Novgorod: NNGASU. - 2013. - 97 c.
6. Using elements of business games in teaching the disciplines "Pathological Physiology" and "Clinical Pathological Physiology" as a way of formation of clinical thinking of future doctors. /Sourcebook of materials of the Republican scientific-practical conference with international participation "Innovative training technologies in medicine".- Vitebsk, 2017.- P. 5-9.
7. Using elements of business games in teaching the discipline "Fundamentals of medical genetics" as a way to form the basics of clinical thinking in future doctors. - Modern science-intensive technologies.- No.7.- 2019.- P.205-209.
8. Experience of using modern educational technology in the study of the discipline "Pathophysiology" (on the example of case-study). - The world of science, culture, education.- № 4 (77).-2019.- P. 7-10

9. Antoni M. A. Interactive methods of learning as a potential for personal development of students // Psychology of learning. - 2010 - N 12 - P. 53-63.
10. Voronkova O. B. Information technologies in education: interactive methods / O. B. Voronkova. - Rostov n/D: Phoenix, 2010 - 315p.
11. Sverdlovsk Regional Academic Library; KX; Inventory number 2311409-KX.
12. Kashleev S.S. Interactive methods of training. Textbook. - Moscow: Tetra-Systems, 2011 - 224 p.
13. Reutova E. A. The use of active and interactive teaching methods in the educational process of higher education (methodological guidelines for teachers Novosibirsk State Agrarian University). - Novosibirsk: Publishing house, NSAU, 2012. - 58 c.
14. Savenkov A. I. Pedagogy. Research approach. Textbook and practice for academic bachelor's degree. In 2 parts. Part 2. M.: Yurite, 2019. 188 c.
15. Surtaeva N. N. Pedagogy. pedagogical technologies. Textbook for SPO. M.: Yurite, 2019. 250 c.

# BIODIVERSITY

UDC 57

Dugarov U.I., Shpagina M.Kh., Khochieva Zh.Kh., Abregova Zh.A.,  
Kafoev A.A. Clinical microbiology of endodontics

Клиническая микробиология эндодонтии

**Dugarov Umalat Isaevich, Shpagina Madina Khadisovna,  
Khochieva Zhamilya Halimovna, Abregova Zhanna Aslanovna,  
Kafoev Arsen Alimovich**

Kabardino-Balkarian State University named after HM. Berbekova,  
Nalchik, Russia

Scientific adviser: Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

**Oksana Mukharbievna Gendugova**

Department of Pediatric Dentistry, ISiChLH KBSU

Дугаров Умалат Исаевич, Шпагина Мадина Хадисовна, Хочиева Жамиля Халимовна, Абрегова  
Жанна Аслановна, Кафоев Арсен Алимович  
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова,  
Нальчик, Россия

Научный руководитель: к.м.н., доцент Гендугова Оксана Мухарбиевна  
Кафедра детской стоматологии ИСиЧЛХ КБГУ

**Abstract.** *In endodontics, the importance of the microbiological aspect lies in the fact that in order to choose the correct treatment method (in one or two visits, with what investment and for how long), it is necessary to know which microorganisms caused pulpitis, periodontitis. The type of microbes means their relation to Gram stain, relation to aerobic or anaerobic metabolism, relation to microflora of primary colonization or secondary. Sometimes microbiology answers the questions -*

1. *Why in some cases the treatment ends in success, and in others it fails?*
2. *Why are some cases symptomatic and others not?*

*Research materials: research publications of domestic and foreign authors, professional dental literature - journals, guides of endodontic congresses of the last 5 years.*

**Keywords:** *microbiology, endodont.*

**Аннотация.** *В эндодонтии важность микробиологического аспекта состоит в том, что для выбора верной методики лечения (в одно либо в два посещения, с каким вложением и на какой срок) необходимо знать какие микроорганизмы вызвали пульпит, периодонтит. Под типом микробов подразумевается их отношение к окраске по Грамму, отношение к аэробному или анаэробному метаболизму, отношение к микрофлоре первичной колонизации либо вторичной. Иногда микробиология отвечает на вопросы -*

1. *Почему в одних случаях лечение заканчивается успехом, а в других неудачей?*
2. *Почему одни случаи симптоматичные, а другие нет?*

*Материалы исследования: научно-исследовательский публикации отечественных и зарубежных авторов, профессиональная стоматологическая литература – журналы, гайды эндодонтических конгрессов последних 5 лет.*

**Ключевые слова:** *микробиология, эндодонт.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_49

Рецензент: Ерофеевская Лариса Анатольевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук (ИПНГ СО РАН)

**Введение:** Эндодонт – это совокупность предентина и системы корневых каналов с ее содержимым. Главный принцип эндодонтического лечения – снижение количества микроорганизмов в системе корневых каналов с максимально допустимым сохранением прецеравикального дентина. В основу этого принципа легла классическая работа доктора Какехаши, Фитцджеральда и Стенли 1965 года, где было доказано, что периапикальный периодонтит возникает в ответ на бактериальные антигены в системе корневых каналов. [1]

### Основная часть:

#### Как микроорганизмы попадают в эндодонт?

Микробы могут попасть в полость зуба через трещины после травмы, так как трещина не всегда заканчивается в эмали [2], из кариозных очагов, из пародонтальных карманов, редко ретроградно – при нагнаивании опухолей, первичных кист челюстей или при сепсисе. Основным источником чаще всего является зубной налет.

При какой эндодонтической патологии происходит полное инфицирование системы корневых каналов?

При периапикальном периодонтите, некрозе пульпы (гангрена пульпы) и эндодонтопародонтопатии.

#### Расположение микробов в эндодонте.

Микроорганизмы находятся в эндодонте в двух состояниях – в виде биопленки и в планктонной фазе.

Биопленка покрывает стенки основного канала, боковых каналов и перешейков полости зуба [3, 4] и иногда погружается в дентинные канальцы на глубину 300 мкм [5]. Планктонная фаза – свободные микробы, расположенные в жидкой среде эндодонта (пульпа, некротические массы, дентинная жидкость). При периодонтите в 70-80% случаев биопленка проникает в дентинные канальцы. [6, 7]

Иногда биопленка покрывает периапикальный периодонт. [8].

В этом исследовании [8] также есть доказательства того, что при наличии внекорневой биопленки (6% от всех случаев) всегда имеется клиническая симптоматика. При наличии исключительно внутрикорневой биопленки клинические проявления иногда могут отсутствовать и тогда данный периодонтит описывают как асимптоматический.

### Разнообразие микроорганизмов при эндодонтопатологии

Культуральные и молекулярные микробиологические исследования подтвердили разнообразие внутриканальной микрофлоры. В образцах зубов с разными эндодонтическими заболеваниями выделено около 500 видов как высеваемых, так и невысеваемых микробов [9]. Для сравнения в ПР человека обитает около 700 видов. Большая их часть – факультативные анаэробы.

На сегодняшний день из 500 «эндодонтических» микробов основными считаются лишь 20-30 представителей следующих родов:

- фузобактерии,
- порфиромонады,
- превотеллы,
- трепонемы,
- таннереллы,
- актиномицеты (относятся к промежуточной форме между бактериями и грибами),
- стрептококки (кариесогенная микрофлора)
- энтерококки (*Ent.faecalis* в частности)
- пропионобактерии
- кандиды
- другие положительные кокки

Высокая распространенность *Enterococcus faecalis* при вторичной инфекции объясняется рядом факторов, в том числе способностью этого микроорганизма прикрепляться к дентину и проникать в дентинные каналы, выживать в течении длительного времени в условиях дефицита питательных веществ, развиваться самостоятельно без синергии с другими бактериями. Кроме того, этот вид характеризуется устойчивостью к защитным механизмам организма, генетическим полиморфизмом и возможностью формировать биопленку. Штаммы *Enterococcus faecalis* исключительно устойчивы к различным антимикробным агентам, применяемым при эндодонтическом лечении, в том числе к гидроксиду кальция, а также к неблагоприятному изменению pH вплоть до 11,5. Эта бактерия считается

потенциальным патогеном при персистирующей апикальной патологии, а элиминировать ее из системы корневых каналов очень сложно. [10]

Также сравнительно недавно стало известно, что *Candida albicans* встречается в системе корневых каналов, что является достаточно странным фактом, ибо данный грибок является преимущественно поверхностным микроорганизмом и обитает на поверхностях слизистых оболочек. Данный микроорганизм приводит именно к затяжным формам периодонтитов, как и *Ent.faecalis*. [10]

В клинической практике используется следующая классификация микроорганизмов:

-Микрофлора первичной колонизации

(Это преимущественно грамотрицательные микроорганизмы. Их клеточная стенка тонкая и более чувствительна к антисептикам. Данная микрофлора вызывает все острые и симптоматические заболевания пульпы и периодонта.)

-Микрофлора вторичной колонизации

(Это преимущественно грамположительные микроорганизмы. Имеют толстую клеточную стенку и низкую чувствительность к антисептикам и вызывают длительно текущие формы пульпитов и периапикальных периодонтитов. Сюда относятся *Ent.faecalis*, *Candida albicans*, пропионобактерии, некоторые другие грамположительные анаэробные кокки.)

Известно, что микрофлора при вторичной колонизации (рецидивы, хронические процессы, асимптоматичные случаи) менее разнообразна, чем первичная. [8]

Предположительно, это связано с тем, что не все микробы зубного налета способны длительно жить в условиях корневого канала.

Есть ли микроорганизмы в очагах периапикального разрежения кости?

Микробов в периапикальном очаге практически никогда нет [11, 12, 13, 14], так как в хорошо кровоснабжаемой костной ткани и периодонте иммунная система максимально эффективно борется с инфекцией (фагоцитоз, система комплемента и другие способы) в сравнении с погибшей пульпой в системе корневых каналов. Но в редких случаях высевается инфекция из перирадикулярного очага при периодонтите, и она представлена колониями актиномицетов, которые устойчивы к фагоцитозу [15]. По сути это уже апикальный актиномикоз. Тогда на помощь приходит апикальная хирургия либо экстракция зуба.

Эффективность антибиотиков в эндодонтии.

Системные антибиотики неэффективны в эндодонтии. И данный тезис абсолютно логичен, так как в погибшей пульпе сосуды некротизированы и более не осуществляют

свою транспортную функцию – соответственно, активное вещество лекарства не будет доставлено к микробам. Касательно местных антибиотиков известно, что пенициллины, цефалоспорины, сульфаниламиды, тетрациклины и другие группы антимикробных средств оказались неэффективными в эндодонтической практике. К тому же, в некоторых исследованиях наблюдалось изменение окраски дентина и более активное размножение грибов при использовании топических антибиотиков. [16]

Однако, использование «Ледермикса» при внутренних резорбциях (содержит глюкокортикостероидный препарат местного действия триамцинолон и тетрациклин) в эндодонтической практике оказалось эффективным. В РФ на сегодняшний день данный препарат не сертифицирован. [17]

### References

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The Effects of Surgical exposures of dental pulps in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 20 (3): 340-349, 1965.
2. Mitsuhiro Tsukiboshi. *Treatment Planning for Traumatized Teeth*, 2nd Edition.
3. Costerton JW. *The Biofilm Primer*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
4. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002; 15:167-193.
5. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: A common cause persistent infections. *Science* 1999; 284:1318-1322.
6. Matsuo T, Shirakami T, Ozaki K, et al. An Immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. *J Endod* 2003;29:194-200.
7. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2001;27:76-81.
8. Siqueira JF Jr. Microbiology of apical periodontitis. In: Orstavik D, Pitt Ford T (eds.). *Essential Endodontology*, ed 2. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2008:135-196.
9. Siqueira JF Jr, Rocas IN. Diversity of Endodontic microbiota revisited. *J Dent Res* 2009;88:969-981.
10. Anaerobic\_endodontic\_mikroflora in chronic apical periodontitis .L. KUKUSHKIN, A.A. DUTOVA, E.A. KUKUSHKINA, M.V. SMIRNITSKAYA
11. Byström A, Happonen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of peri- apical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod Dent Traumatol* 1987;3:58-63.

12. Sjögren U, Happonen RP, Kahnberg KE, Sundqvist G. Survival of *Actinomyces propionica* in periapical tissue. *Int Endod J* 1988;21:277-282.
13. Sundqvist G, Reuterving CO. Isolation of *Actinomyces israeli* from periapical lesion. *J Endod* 1980;6:602-606.
14. Figdor D. Microbial aetiology of endodontic treatment failure and pathogenic properties of selected species (Odontological Dissertation no. 79). Umea, Sweden: University of Umea, 2002.
15. Happonen RP. Periapical actinomycosis: a follow-up study of 16 surgically treated cases. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:205-209.
16. European Society of Endodontology position statement: the use of antibiotics in endodontics J Segura-Egea, K. Gould, B. Hakan Sen, P. Jonasson, L. Cotti, A. Mazzone, H. Sunay, LTjaderhane, P. M. H. Dummer *Clinicum, Department of Oral and Maxillofacial Diseases, University of Helsinki, HUS Head and Neck Center Research output Contribution to journals Review Article, Scientific peer-review.*
17. Antibiotics in Endodontics: a review J. J. Segura-Egea<sup>1</sup>, K. Gould, B. Hakan Sßen, P. Jonasson, E. Cotti, A. Mazzone, H. Sunay, L.Tjæderhane& P. M. H. Dummer

UDC 57

# Li-Chuan L., Unurjargal D. On the Performance Evaluation of a Collaborative Swarm Intelligence Approach Particle Bee Algorithm

**Li-Chuan Lien,**

<sup>1</sup> Assistant Professor, Dep. of Civil engineering, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan

**Unurjargal Dolgorsuren**

<sup>2</sup> Ph.D student, Dep. of Civil engineering, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan

**Abstract.** *Swarm intelligence (SI), an artificial intelligence (AI) approach widely used in many complex optimization problems, models the collective behavior of social systems such as honeybees and birds. This study evaluated a collaborative swarm intelligence approach optimization algorithm, named the particle bee algorithm (PBA). The PBA is based on a particular aspect of bird (particle swarm optimization, PSO) and honeybee swarm (bee algorithm, BA) behaviors that integrates their advantages and proposes a self-parameter-updating technique to prevent being trapped into a local optimum in high dimensional problems. This study compares the performance of PBA with that of differential evolution (DE), evolutionary algorithms (EA), particle swarm optimization (PSO) and bee algorithm (BA) for multi-dimensional numeric problems. For test problems carried out in this work, colony sizes ranging from 75 to 100 of PBA can provide an acceptable convergence speed for an optimization search. Besides, elite and best bee PSO iteration sizes of (15, 9) to (30, 18) can provide an acceptable convergence speed for an optimization search. Results show PBA performance to be comparable to that of mentioned algorithms, and the potential for its being efficiently employed to solve benchmark numerical problems with high dimensionality.*

**Keywords:** *Swarm intelligence, Bee algorithm, Particle swarm optimization, Particle bee algorithm.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_55

Рецензент: Ерофеевская Лариса Анатольевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук (ИПНГ СО РАН)

## 1. INTRODUCTION

Evolutionary algorithms (EAs), generally known as general-purpose optimization algorithms, are often used to find, within a reasonable compilation time, near-optimal solutions to numerical, real-valued test problems. Differential evolution algorithms (DEs) are one type of recently introduced EA (Price, etc. 2005). DEs have been proposed to overcome the poor local search ability of genetic algorithms (GAs) (Holland, 1975). Selection operations used represent an important difference between GAs and DEs. For GAs, the chance of being selected as a parent solution depends on the relevant solution's fitness value (Krink, etc., 2004). In DEs, all solutions have an equal chance of being selected as parents, i.e., the chance does not depend

on fitness values. After a new solution is produced using self-adjusting mutation and crossover operations, the new solution competes with its parent for the next generation, with the better one winning the competition. In other words, a greedy scheme is applied to select one of the two for the next generation. Using a mutation operation, which is able to self adapt, perform crossover operations and make selections via a greedy process, makes DEs fast-converging evolutionary algorithms (Krink, etc., 2004). This has made them the subject of significant interest by researchers from a diverse range of fields, who have applied DEs to a variety of real world problems (Price, etc., 2005; Krink, etc., 2004).

Swarm intelligence (SI) has been of increasing interest to research scientists in recent years. Swarm intelligence was defined by Bonabeau et al. as any attempt to design algorithms or distributed problem-solving devices based on the collective behavior of social insect colonies or other animals (Bonabeau, etc., 2004). Bonabeau et al. focused primarily on the social behavior of ants (Dorigo, 1992), fish (Li, 2003), birds (Kennedy, etc., 1995) and bees (Pham, etc., 2006) etc. However, the term “swarm” can be applied more generally to refer to any restrained collection of interacting agents or individuals. Although bees swarming around a hive is the classical example of “swarm”, swarms can easily be extended to other systems with similar architectures.

A few models have been developed to model the intelligent behaviors of honeybee swarms and applied to solve combinatorial type problems. Yang (2006) presented a virtual bee algorithm (VBA) that is effective when applied to function optimization problems. However, while the proposed algorithm was similar to GA, it was much more efficient due to the parallelism of multiple independent bees. VBA was tested on two functions with two parameters, single-peaked and multi-peaked, respectively. Results show the VBA as significantly more efficient than GA. Karaboga et al. (2009) presented an artificial bee colony (ABC) algorithm and expanded its experimental results (Basturk, etc., 2006). It has been pointed out that the ABC algorithm outperforms GA for functions exhibiting multi-modality or uni-modality. Pham et al. (2006) presented an original bee algorithm (BA) and applied to two standard functional optimization problems with two and six dimensions. Results demonstrated the BA able to find solutions very close to the optimum, showing that BA generally outperformed GA. Ozbakir et al. (2010) developed a modified BA (Pham, etc., 2006) to solve generalized assignment problems (GAP) that presented an ejection chain neighborhood mechanism. This study found that the proposed BA offers the potential to solve GAP. However, while BA (Pham, etc., 2006) offers the potential to conduct global searches and uses a simpler mechanism in comparison with GA, it is weak in local searching and does not records past searching experiences during the optimization search process.

For instance, a flock of birds may be thought of as a swarm whose individual agents are birds. Particle swarm optimization (PSO), which has become quite popular for many researchers recently (Tsai, 2010; Parsopoulos, etc. 2007), models the social behavior of birds (Kennedy, 1995). PSO is a population-based stochastic optimization technique that is well adapted to the optimization of nonlinear functions in multi-dimensional space. PSO consists of a swarm of particles moving in a search space of potential problem solutions. Every particle has a position vector representing a candidate solution to the problem and a velocity vector. Moreover, each particle contains a small memory that stores its own best position so far and a global best position obtained through communication with neighbor particles. PSO potentially used in local searching, and records past searching experiences during optimization search process. However, it converges early in highly discrete problems (Korenaga, etc., 2006).

Hence, in order to improve BA and PSO, Cheng (2012) and Lien (2012, 2014) proposed an optimization hybrid swarm algorithm, named the particle bee algorithm (PBA), based on intelligent behavior traits of bird and honeybee swarms. PBA has been successful applied to many case studies (Cheng and Lien, 2012; Lien and Cheng, 2012, 2014). PBA integrates their advantages and a self-parameter-updating technique to prevent becoming trapped in a local optimum in high dimensional problems. This study compares the performance of the PBA algorithm with that of DE, EA, PSO (Krink, etc., 2004) and BA (Pham, etc., 2006) for a set of well-known test functions (Krink, etc., 2004). Also, the performance of PBA is analyzed under conditions in which control parameter values change. In Section 2 and 3, bee algorithm (BA) and particle swarm optimization (PSO) are described and then the particle bee algorithm (PBA) is introduced in Section 4. In Section 5, the experimental study is described. Obtained simulation results are presented and discussed in Section 6.

## 2. BEE ALGORITHM (BA)

Bee algorithm (BA) is an optimization algorithm inspired by the natural foraging behavior of honeybees as they work to find an optimal solution (Eberhart, 2006). The BA flowchart shows in Fig. 1. The BA (Pham, etc., 2006) requires the setting of a number of parameters, including number of scout bees ( $n$ ), number of elite sites selected from  $n$  visited sites ( $e$ ), number of best sites out of  $n$  visited sites ( $b$ ), number of bees recruited for elite  $e$  sites ( $n_1$ ), number of bees recruited for best  $b$  sites ( $n_2$ ), number of bees recruited for other visited sites ( $n$ ), and neighborhood ( $ngh$ ) of bees dance search and stopping criterion.

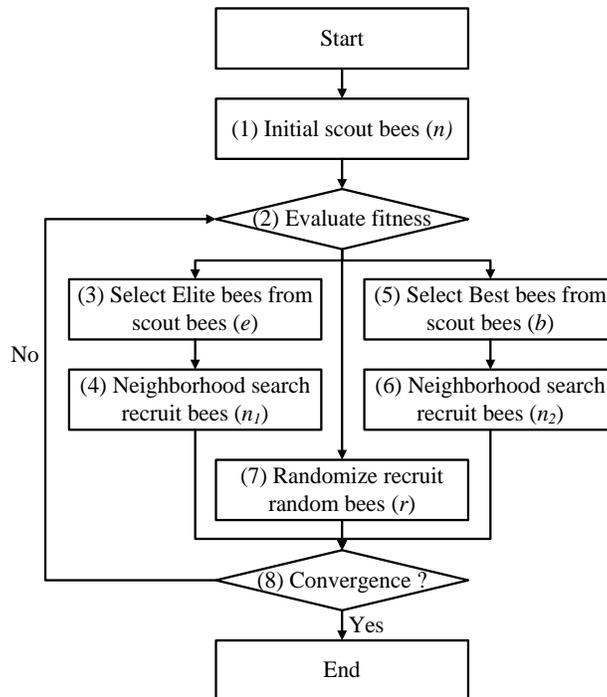


Fig.1. Bee algorithm flowchart

Step (1) Initialize scout bees

The BA starts with  $n$  scout bees placed randomly in the search space.

Step (2) Evaluate fitness

Start the loop and evaluate scout bee fitness.

Step (3) Select elite sites ( $e$ ) from scout bees

Bees that have the highest fitness are chosen as elite bees, and sites they visit are chosen for neighborhood search.

Step (4) Recruit bees ( $n_1$ ) begin neighborhood dancing search

The algorithm conducts searches in the neighborhood of selected sites, assigning more recruit bees to dance near to elite sites. Recruit bees can be chosen directly according to the fitness associated with dancing sites [Eq. \(1\)](#).

$$x_{id}(t+1) = x_{id}(t) \times (Rand - 0.5) \times 2 + x_{id}(t) \dots \dots \dots (1)$$

where  $x_i$  is  $i$ th  $x$  and  $i = 1$  to  $n$ ;  $d$  is dimension in  $x_i$  and  $d = 1$  to  $D$ ,  $t$  is iteration;  $x_{id}(t+1)$  is  $d$ th dimension in  $i$ th  $x$  and in  $t+1$  iteration;  $x_{id}(t)$  is  $d$ th dimension in  $i$ th  $x$  and in  $t$  iteration;  $Rand$  is a uniformly distributed real random number within the range 0 to 1;  $n$  is number of scout bees.

Step (5) Select best sites ( $b$ ) from scout bees

Otherwise, elite bees with the highest fitness are chosen as best bees, and sites they visit are chosen for neighborhood search.

Step (6) Recruit bees ( $n_2$ ) begin neighborhood dancing search

The algorithm conducts searches in the neighborhood of the selected sites, assigning more recruit bees to dance near the best sites. Recruit bees can be chosen directly according to the fitness associated with dancing sites [Eq. \(1\)](#).

Elite bees differ from best bees as the former focus on local search in order to search the local optimum solution, and the latter focus on global search in order to avoid missing other potential global optimum solutions. Alternatively, fitness values are used to determine the elite/best bees selected. Dancing searches in the neighborhood of elite and best sites that represent more promising solutions are made more detailed by recruiting more bees to follow them than others.

Step (7) Recruit random bees ( $n$ ) for other visited sites

The remaining bees in the population are assigned randomly around the search space scouting for new potential solutions.

Step (8) Convergence?

Throughout step (3) to step (7), such differential recruitment is a key BA operation. However, in step (8) only bees with the highest fitness for the current iteration will be selected for the following iteration. While there is no such restriction in nature, it is introduced here to reduce the number of points to be explored. These steps are repeated until a stopping criterion is met that determines whether bees are to be abandoned or memorized.

From [Eq. \(1\)](#), BA dependence on random search makes it relatively weak in local search activities. Also, BA does not have past searching records of PSO capabilities.

### 3. PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Particle swarm optimization (PSO) is an optimization algorithm inspired by the natural foraging behavior of birds to find an optimal solution (Kennedy, 1995). In PSO, a population of particles starts to move in a search space by following current optimum particles and changing their positions in order to find the optimum. The position of a particle refers to a possible solution of the function to be optimized. Evaluating the function by the particle's position provides the fitness of that solution. In every iteration, each particle is updated by following the best current particle solution achieved so far (local best) and the best of the population (global best). When a particle takes part of the population as its topological neighbors, the best value becomes a local best. Particles tend to move toward good areas in the search

space in response to information spreading through the swarm. A particle moves to a new position calculated by the velocity updated at each time step  $t$  by Eq. (2). Eq. (3) is then used to calculate the new velocity, as the sum of the previous position and the velocity.

$$x_{id}(t+1) = x_{id}(t) + v_{id}(t+1) \dots\dots\dots(2)$$

where  $x_i$  is  $i^{\text{th}}$   $x$  and  $i = 1$  to  $n$ ;  $v_i$  is  $i^{\text{th}}$   $v$ ;  $d$  is dimension in  $x_i$  or  $v$  and  $d = 1$  to  $D$ ;  $t$  is iteration;  $x_{id}(t)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $x$  and in  $t$  iteration;  $v_{id}(t+1)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $v$  and in  $t+1$  iteration;  $x_{id}(t+1)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $x$  and in  $t+1$  iteration;  $n$  is number of particles.

$$v_{id}(t+1) = w \times v_{id}(t) + c_1 \times \text{Rand} \times [P_{id}(t) - x_{id}(t)] + c_2 \times \text{Rand} \times [G_d(t) - x_{id}(t)] \dots\dots(3)$$

where  $v_{id}(t)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $v$  and in  $t$  iteration;  $w$  is inertia weight and controls the magnitude of the old velocity  $v_{id}(t)$  in the calculation of the new velocity;  $P_{id}(t)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$  local best particle and in  $t$  iteration;  $G_d(t)$  is  $d^{\text{th}}$  dimension global best particle in  $t$  iteration;  $c_1$  and  $c_2$  determine the significance of  $P_{id}(t)$  and  $G_d(t)$ ;  $\text{Rand}$  is a uniformly distributed real random number within the range 0 to 1.

Furthermore,  $v_{id}$  at any time-step of the algorithm is constrained by parameters  $v_{max}$  and  $v_{min}$ . The swarm in PSO is initialized by assigning each particle to a uniformly and randomly chosen position in the search space. Velocities are initialized randomly in the range  $v_{max}$  to  $v_{min}$ . Particle velocities on each dimension are clamped to a maximum velocity  $v_{max}$ . If the velocity of that dimension exceeds  $v_{max}$  or  $v_{min}$  (user-specified parameters), dimension velocity is limited to  $v_{max}$  or  $v_{min}$ . Fig. 2 shows the PSO flowchart.

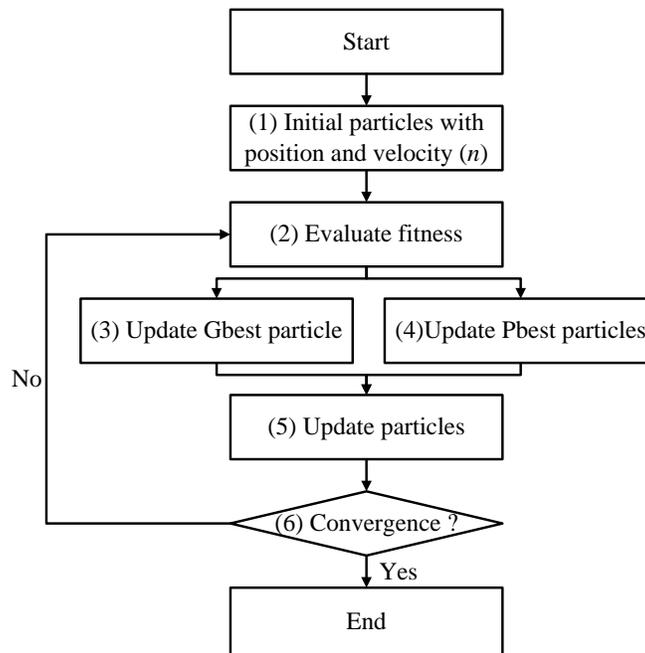


Fig.2. Particle swarm optimization flowchart

Step (1) Initialize particles

The PSO starts with  $n$  particles being randomly introduced with respective positions and velocities into the search space.

Step (2) Evaluate fitness

Start the loop and evaluate particle fitness.

Step (3) Update Gbest particle

The algorithm updates global best particle through problem iterations.

Step (4) Update Pbest particles

The algorithm updates local best particles through the current problem iteration.

Step (5) Update particles using steps (3) and (4)

The algorithm updates particles using [Eq. \(2\)](#) and [Eq. \(3\)](#).

Step (6) Convergence?

The above steps are repeated until the stop criterion is met.

However, while PSO may be employed in local search and has a track record of experience being used in optimization search processes, it tends to achieve early convergence in highly discrete problems (Korenaga, 2006).

#### 4. PROPOSED PARTICLE BEE ALGORITHM (PBA)

In order to integrate BA global search ability with the local search advantages of PSO, Cheng (2012) and Lien (2012, 2014) proposed an optimization hybrid swarm algorithm, the particle bee algorithm (PBA), based on the intelligent behaviors of bird and honeybee swarms. For improved BA local search ability, PSO global search ability and to seek records past experience during optimization search process, this study reconfigures the neighborhood dance search (Pham, etc., 2006) as a PSO search (Kennedy, 1995). Based on cooperation between bees (BA) and birds (PSO), the proposed algorithm improves BA neighborhood search using PSO search. Therefore, PBA employs no recruit bee searching around “elite” or “best” positions (as BA does). Instead, a PSO search is used for all elite and best bees. In other words, after PSO search, the number of “elite”, “best” and “random” bees equals the number of scout bees.

In PBA, the particle bee colony contains four groups, namely (1) number of scout bees ( $n$ ), (2) number of elite sites selected out of  $n$  visited sites ( $e$ ), (3) number of best sites out of  $n$  visited sites ( $b$ ), and (4) number of bees recruited for the other visited sites ( $r$ ). The first half of the bee colony consists of elite bees, and the second half includes the best and random bees. The particle bee colony contains two parameters, i.e., number of iteration for elite bees by

PSO ( $Peitr$ ) and number of iteration for best bees by PSO ( $Pbitr$ ). Fig. 3 shows the PBA flowchart.

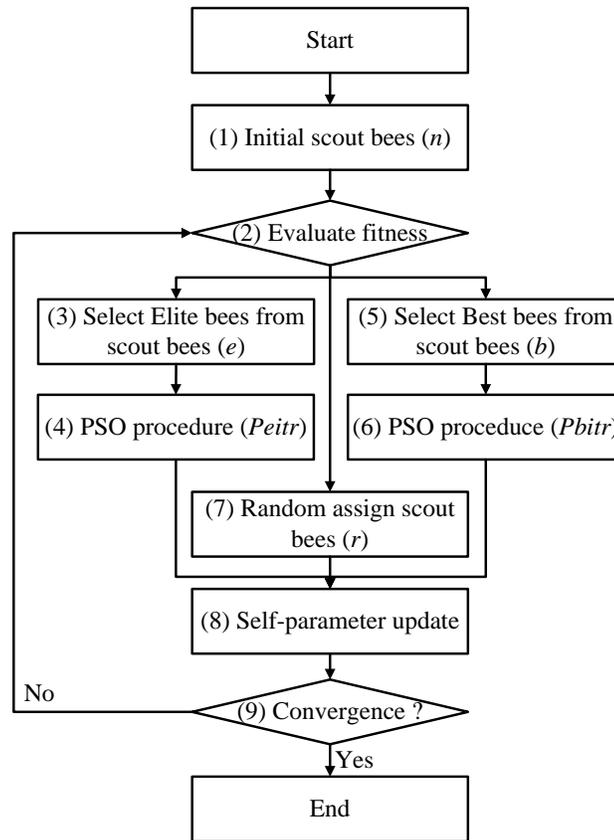


Fig.3. Particle Bee algorithm flowchart

Step (1) Initialize scout bees

The PBA starts with  $n$  scout bees being randomly placed with respective positions and velocities in the search space.

Step (2) Evaluate fitness

Start the loop and evaluate scout bee fitness.

Step (3) Select elite sites ( $e$ ) from scout bees.

Elite sites are selected for each elite bee, whose total number is equal to half the number of scout bees.

Step (4) Elite bees begin the PSO procedure using  $Peitr$  iteration.

In this step, Eq. (2) is used to produce new particle bees from elite and best bees. Elite and best bees velocity updates are performed as indicated in Eq. (3).

Step (5) Select best sites ( $b$ ) from scout bees.

Best sites are selected for each best bee, the total number of which equals one-quarter of the number of scout bees.

Step (6) Best bees begin the PSO procedure using *Pbitr* iteration.

In this step, new particle bees from elite and best bees are produced using Eq. (2). Elite and best bee velocities are updated as indicated in Eq. (3).

Step (7) Recruit random bees (*n*) for other visited sites

The random bees in the population are assigned randomly around the search space scouting for new potential solutions. The total number of random bees is one-quarter of the number of scout bees.

Step (8) Self-parameter-updating for elite, best and random bees

Furthermore, in order to prevent trapping into a local optimum in high dimensional problems, this study proposed a solution, namely a self-parameter updating technique, the idea for which comes from Ref. (Karaboga, etc., 2009). Eq. (4) describes the self-parameter updating equation.

$$x_{id(new)} = x_{id(cur)} + 2 \times (Rand - 0.5) \times (x_{id(old)} - x_{jk}) \dots \dots \dots (4)$$

$$j = \text{int}(Rand \times n) + 1 \dots \dots \dots (5)$$

$$k = \text{int}(Rand \times d) + 1 \dots \dots \dots (6)$$

where  $x_i$  is  $i^{\text{th}}$   $x$  and  $i = 1$  to  $n$ ,  $d$  is dimension in  $x_i$  and  $d = 1$  to  $D$ ;  $x_{id(cur)}$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $x$  and in current solution;  $x_{id(new)}$  is  $d^{\text{th}}$  dimension in  $i^{\text{th}}$   $x$  and in new solution; *Rand* is a uniformly distributed real random number within the range 0 to 1;  $j$  is the index of the solution chosen randomly from the colony as shows in Eq. (5),  $k$  is the index of the dimension chosen randomly from the dimension as shows in Eq. (6);  $n$  is number of scout bees.

In step (8), after elite, best and random bees are distributed according to fitness, fitnesses are checked to indicate whether they should be abandoned or memorized using Eq. (4). If fitnesses of elite, best or random bees are improved by Eq. (4) to a degree that is superior to previous fitnesses, then these current fitnesses will be memorized. This differential recruitment is a key operation of the PBA between steps (3) and (8).

Step (9) Convergence?

In this step, only the bee with the highest fitness will be selected to form the next bee population. These steps are repeated until the stop criterion is met and bees are selected to be abandoned or memorized.

In PBA, scout bees are used to classify both elite and best bees. Classification is controlled

by scout bee fitness and optimized by control parameters called “*Peitr*” and “*Pbitr*”, which are important PBA control parameters. In the PBA, the idea of *Peitr* for elite bees gives a higher potential to search optimization solutions. The idea of *Pbitr* for best bees gives a second opportunity to search optimization solutions because luck continues to play a role in resource identification. Therefore, in this study, *Peitr* is always larger than *Pbitr*. In a robust search process, exploration and exploitation processes must be carried out together. In the PBA, while elite bees (*Peitr*) implement the exploitation process in the search space, best bees (*Pbitr*) and random bees control this process.

## 5. EXPERIMENTS

In order to evaluate PBA performance, some classical benchmark functions given by Krink (2004) are presented in [Table 1](#). PBA results compare favorably with the DE and EA results of Krink (2004). This study equalized the total number of evaluations to 100,000 for the first two functions and 500,000 for the other three functions, as shown in Ref. (Krink, etc., 2004). In the PSO and BA, cycles were designated as 1,000 for  $f_1$  and  $f_2$  and 5,000 for  $f_3$ ,  $f_4$  and  $f_5$ . In PBA, maximum number of cycles was designated for *Bitr*, *Peitr*, *Pbitr* as, respectively, 1,000, 15, and 9 for  $f_1$  and  $f_2$  and 5,000, 15, 9 for  $f_3$ ,  $f_4$  and  $f_5$ . The number of elite bees totaled 50 percent of the colony and the number of best bees totaled 25 percent of the colony. In PBA, the number of random bees is taken n-e-b from the number of elite bees and best bees. The PBA used in the simulation studies and values assigned for the parameter settings of DE, EA, PSO in Ref. (Krink, etc., 2004) and BA in the Ref. (Pham, etc., 2006) are given in [Table 2](#). From the table, it can see that assigned values for DE, EA and PSO in Ref. (Krink, etc., 2004) and BA in Ref. (Pham, etc., 2006) are the same as recommended values in the literature for the associated control parameters.

In experiments,  $f_1$  is a 2 dimensional Schaffer function,  $f_2$  is a 5 dimensional Sphere function,  $f_3(x)$ ,  $f_4(x)$  and  $f_5(x)$  are 50 dimensional Griewank, Rastrigin and Rosenbrock functions. Parameter ranges, formulations and global optimum values of these functions are given in [Table 1](#). Schaffer and Sphere functions usually test for search performance as basic optimization problems. Since local optima numbers increase with dimensionality, the Griewank function is strongly multimodal. The multimodality disappears for sufficiently high dimensionalities ( $D > 30$ ) and the problem seems unimodal. The Rastrigin function is based on the Sphere function with the addition of cosine modulation to produce many local minima. Thus, the function is multimodal. Minima locations are regularly distributed. The difficult part about finding optimal solutions to this function is that an optimization algorithm can easily become trapped in a local optimum on its way toward the global optimum. The Rosenbrock

function is well-known classic optimization problem. The global optimum is inside a long, narrow, parabolic shaped flat valley. Due to the difficulties in converging on the global optimum of this function, variables are strongly dependent, and gradients generally do not point toward the optimum. Schaffer, Sphere, Griewank, Rastrigin and Rosenbrock functions, surface plot, and contour line are shown in Fig.4 to Fig.8.

Table1

Numerical benchmark functions				
Function	Formula	Range	Minimum	Dimension
Schaffer	$f_1(\vec{x}) = 0.5 + \frac{\sin^2(\sqrt{x_1^2 + x_2^2}) - 0.5}{(1 + 0.001(x_1^2 + x_2^2))^2}$	[-100, 100]	$f_1(\vec{0}) = 0$	2
Sphere	$f_2(\vec{x}) = \sum_{d=1}^5 x_{id}^2$	[-100, 100]	$f_2(\vec{0}) = 0$	5
Griewank	$f_3(\vec{x}) = \frac{1}{4000} \left( \sum_{d=1}^{50} (x_{id} - 100)^2 \right) - \left( \prod_{d=1}^{50} \cos\left(\frac{x_{id} - 100}{\sqrt{i}}\right) \right) + 1$	[-600, 600]	$f_3(\vec{100}) = 0$	50
Rastrigin	$f_4(\vec{x}) = \sum_{d=1}^{50} (x_{id}^2 - 10 \cos(2\pi x_{id}) + 10)$	[-5.12, 5.12]	$f_4(\vec{0}) = 0$	50
Rosenbrock	$f_5(\vec{x}) = \sum_{d=1}^{50} 100(x_{i(d+1)} - x_{id}^2)^2 + (x_{id} - 1)^2$	[-50, 50]	$f_5(\vec{1}) = 0$	50

Note: where i = 1 to n.

Table 2

Parameter values used in the experiments

DE	EA	PSO	BA	PBA
<i>n</i> 50	<i>n</i> 100	<i>n</i> 20	<i>n</i> 100	<i>n</i> 100
<i>CF</i> 0.8	<i>Pc</i> 1.0	<i>w</i> 1.0~0.7	<i>e</i> n/2	<i>e</i> n/2
<i>f</i> 0.5	<i>Pm</i> 0.3	<i>v</i> $X_{\min}/10 \sim X_{\max}/10$	<i>b</i> n/4	<i>b</i> n/4
	<i>M</i> 0.01		<i>r</i> n/4	<i>r</i> n/4
	<i>N</i> 10		<i>n</i> <sub>1</sub> 2	<i>w</i> 1.0~0.7
			<i>n</i> <sub>2</sub> 1	<i>v</i> $X_{\min}/10 \sim X_{\max}/10$
				<i>Peitr</i> 15
				<i>Pbitr</i> 9

*n*=population size (colony size); *CF*=crossover factor for DE; *pc*=crossover rate for EA; *pm*=mutation rate; *M*=mutation variance; *N*=elite size; *f*=scaling factor; *w*=inertia weight; *v*=limit of velocity for PSO; *e*=elite bee number; *b*=best bee number; *r*=random bee number; *n*<sub>1</sub>= elite bee neighborhood number; *n*<sub>2</sub>=best bee neighborhood number; *Peitr*=PSO iteration of elite bees; *Pbitr*=PSO iteration of best bees.

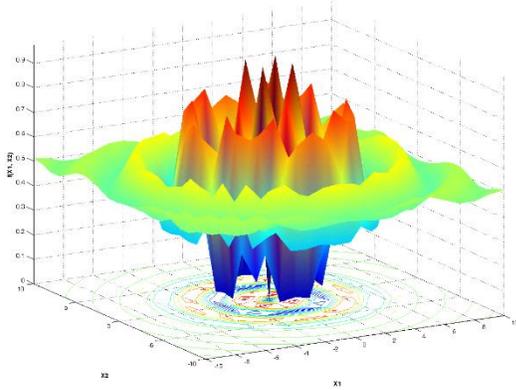


Fig.4. Schaffer function

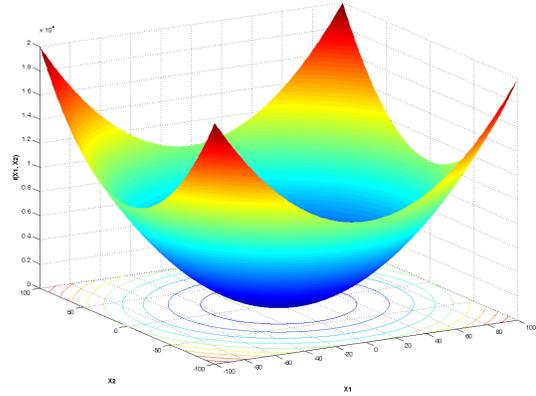


Fig.5. Sphere function

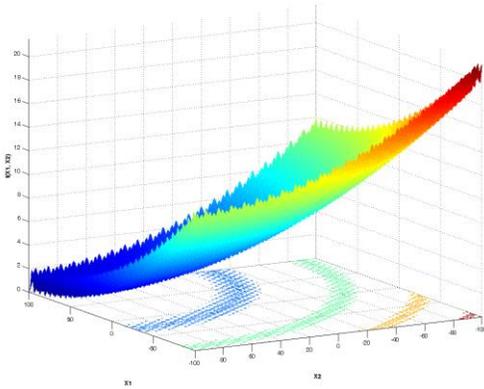


Fig.6. Griewank function

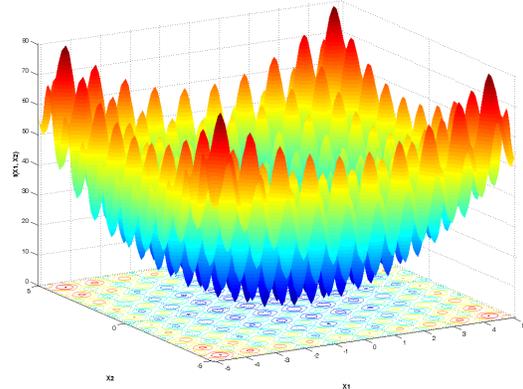


Fig.7. Rastrigin function

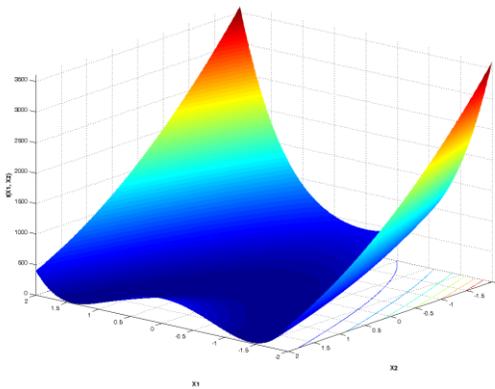


Fig.8. Rosenbrock function

## 6. RESULTS AND DISCUSSION

Each experiment ran for 30 runs, and average function values for the best solutions were found and recorded. Mean and standard deviations of function values obtained by DE (Krink, etc., 2004), EA (Krink, etc., 2004), PSO (Krink, etc., 2004), BA (Pham, etc., 2006) and PBA

under the same conditions are given in **Table 2**. Values less than E-12 were reported as 0. For  $f_1$  and  $f_2$  functions, DE, EA BA and PBA found the optimum value within the given cycle duration, while PSO could not. For  $f_3$  and  $f_4$  functions, while DE and PBA showed equal performance, it found that optimum, EA, PSO and BA demonstrated relatively worse performance. For the  $f_5$  function, PBA produced the best results. As seen from results presented in **Table 3**, the PBA produced the best performance amongst all algorithms considered in the present investigation.

Table 3

The results obtained by DE, EA, PSO, BA and PBA

Functions		$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$
Methods		Schaffer	Sphere	Griewank	Rastrigin	Rosenbrock
DE	Mean	0	0	0	0	35.32
	Std	0	0	0	0	0.27
EA	Mean	0	0	6.24E-3	32.67	79.82
	Std	0	0	1.38E-3	1.94	10.45
PSO	Mean	4.53E-3	2.5113E-8	1.55	13.12	5142.45
	Std	9.00E-4	0	6.70E-2	1.45	2929.47
BA	Mean	0	0	88.27	0	48.65
	Std	0	0	5.18	0	0.43
PBA	Mean	0	0	0	0	10.71
	Std	0	0	0	0	1.70

In order to analyze its behavior, PBA was run using different population (colony) sizes and **Table 3** values. As shown in **Table 4**, best function value means obtained using different colony sizes were 25, 50, 75 and 100 for all functions presented. The progress of mean best values presented in **Table 4** is shown in **Figs. 9 to 13**. From **Table 4** and **Figs. 9 to 13**, it can be concluded that, as population size increases, the algorithm produces better results. However, once the colony size exceeds 75, any increment in fitness value will not significantly improve PBA algorithm performance. For the test problems carried out in this work, a colony size of 75 to 100 can provide an acceptable convergence speed for the search.

Table 4

Mean of function values obtained by PBA under different colony sizes

		Colony sizes			
		25	50	75	100
Functions	Schaffer	1.46E-3	0	0	0
	Sphere	0	0	0	0
	Griewank	2.04E-9	0	0	0
	Rastrigin	6.64E-8	2.92E-11	0	0
	Rosenbrock	86.75	44.04	20.31	10.71

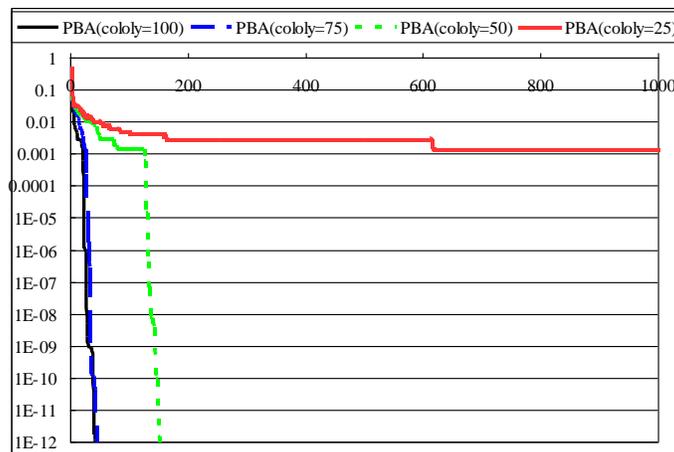


Fig.9. Evolution of mean best values for Schaffer function on different colony sizes

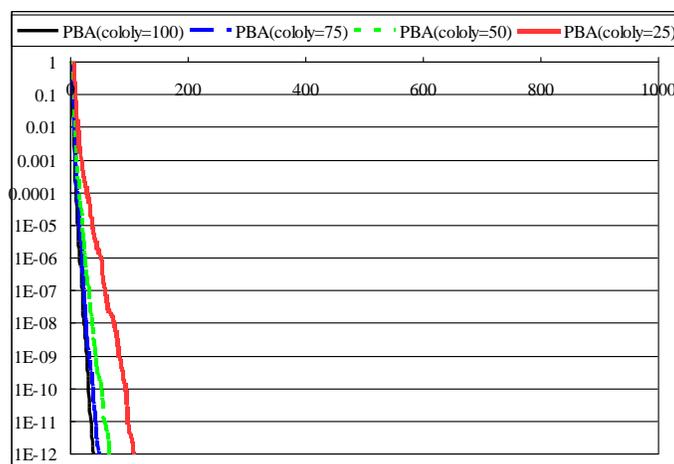


Fig.10. Evolution of mean best values for Sphere function on different colony sizes

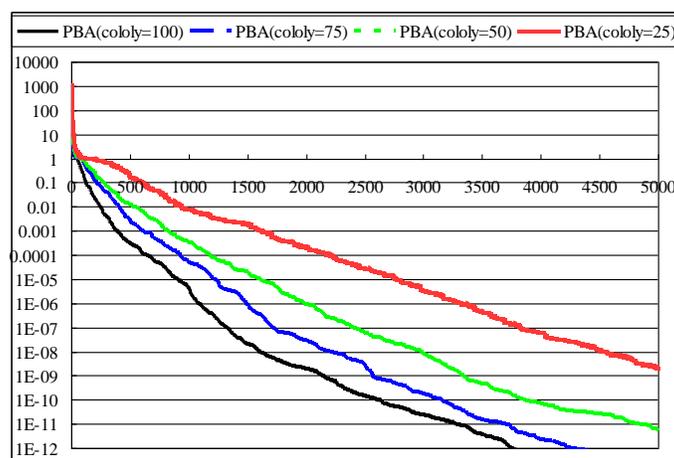


Fig.11. Evolution of mean best values for Griewank function on different colony sizes

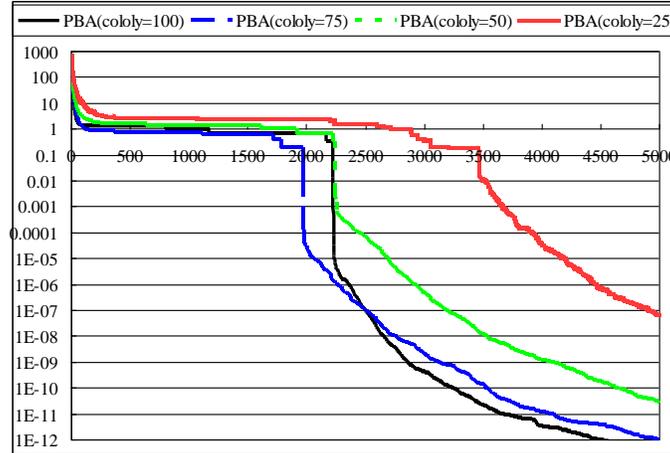


Fig.12. Evolution of mean best values for Rastrigin function on different colony sizes

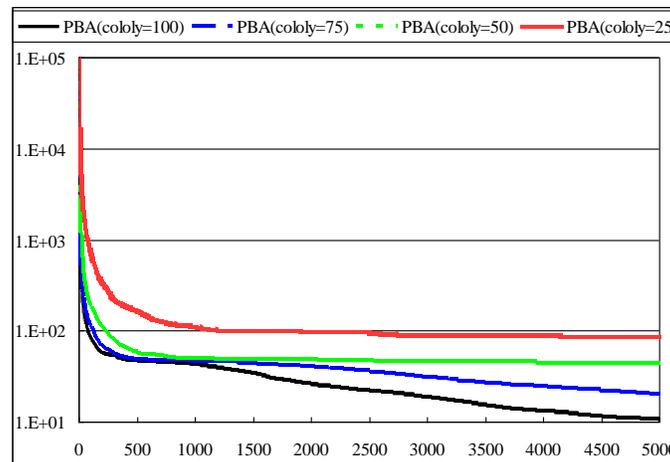


Fig.13. Evolution of mean best values for Rosenbrock function on different colony sizes

Results of colony sizes ranging from 75 to 100 can provide an acceptable convergence speed for search. In order to analyze PBA behavior, this paper has adapted 30 runs with different elite and best bee PSO iteration sizes ( $P_{elit}$ ,  $P_{bit}$ ). In Table 5, the mean of best function values with different elite and best bees PSO iteration sizes vary as (15, 9), (30, 18) and (60, 36) for the presented Rastrigin and Rosenbrock function. Progress of the mean best values presented in Table 5 is illustrated in Figs. 14 to 17. From Table 5 and Figs. 14 to 17, it can be concluded that, during the period in which elite and best bee PSO iterations increase until (30, 18), the algorithm produces better results. However, after a sufficient value for iteration size exceeds (30, 18), the fitness value does not improve, but rather worsens. For test problems carried out in this work, elite and best bee PSO iteration sizes of (15, 9) to (30, 18)

can provide an acceptable convergence speed for search.

Table 5

Mean of function values obtained by PBA under different PSO iteration sizes

PSO iteration sizes		(8, 5)	(15, 9)	(30, 18)	(60, 36)
Colony size	Functions				
75	Rastrigin	1.18E-7	0	1.00	4.68
	Rosenbrock	193.61	20.31	21.53	37.14
100	Rastrigin	3.90E-7	0	1.49	8.31
	Rosenbrock	91.10	10.71	10.20	31.83

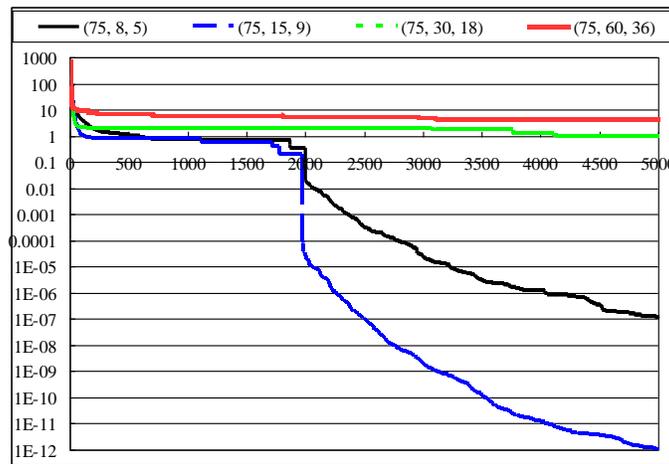


Fig.14. Mean best values for Rastrigin function on 75 colony size and different PSO iteration sizes

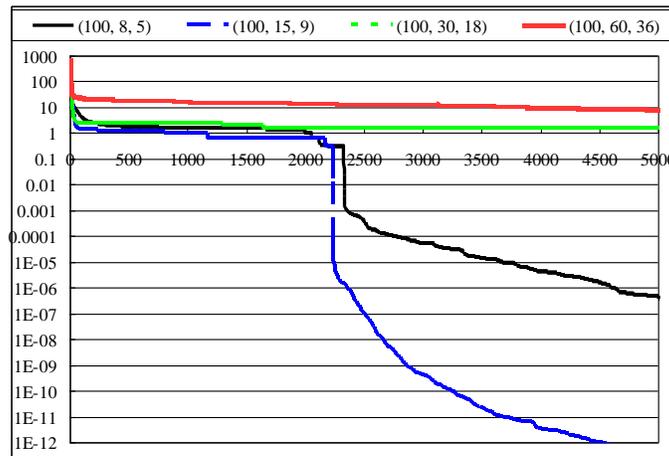


Fig.15. Mean best values for Rastrigin function on 100 colony size and different PSO iteration sizes

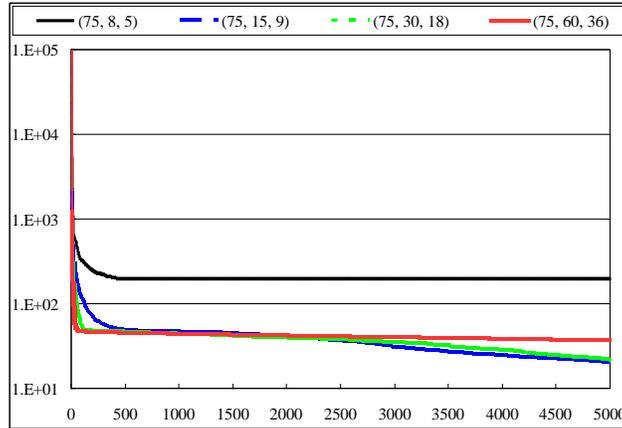


Fig.16. Mean best values for Rosenbrock function on 75 colony size and different PSO iteration sizes

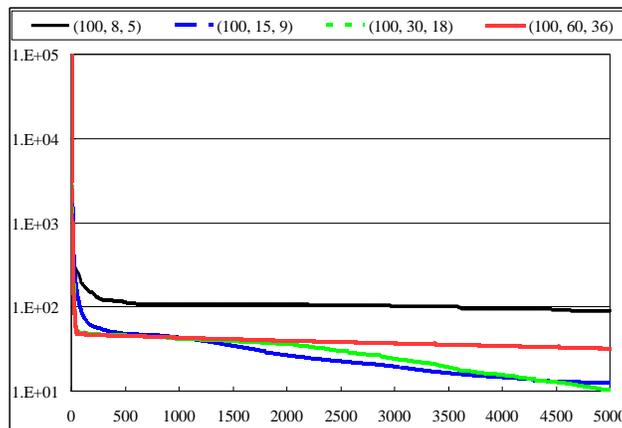


Fig.17. Mean best values for Rosenbrock function on 100 colony size and different PSO iteration sizes

## 7. CONCLUSION

In the previous section, the performance of the particle bee algorithm (PBA) was compared with differential evolution (DE), evolutionary algorithm (EA), particle swarm optimization (PSO), and bee algorithm (BA) in terms of both multi-dimensional and multimodal numeric problems. In terms of  $f_1$  and  $f_2$  functions, DE, EA BA and PBA identified the optimum value within the given cycle duration, while PSO could not. For  $f_3$  and  $f_4$  functions, while DE and PBA showed equal performance and found the optimum, EA, PSO and BA demonstrated performance that was relatively poorer than DE and PBA. For the  $f_5$  function, PBA produced the best results. Results show that PBA performs better than the mentioned algorithms on each benchmark numerical function. Behavior of PBA under different control parameter values was also analyzed. Results show that the PBA suggests a colony size range of 75 to 100 and a PSO

iteration size of (15, 9) to (30, 18) in order to provide an acceptable convergence search speed.

## References

1. Basturk B. and Karaboga D., "An Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm for Numeric Function Optimization," *IEEE Swarm Intelligence Symposium 2006*, Indianapolis, Indiana, USA (2006).
2. Bonabeau E., Dorigo M., and Theraulaz G., *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Intelligence*, Oxford University Press, New York (1999).
3. Cheng M.Y. and Lien L.C., "A Hybrid AI-based Particle Bee Algorithm (PBA) for Benchmark Functions and Facility Layout Optimization," *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.26, No.5, pp.612-624 (2012).
4. Dorigo, M., "Optimization, Learning and Natural Algorithms," *Ph.D. Thesis, Politecnico di Milano*, Italy (1992).
5. Eberhart, R., Shi Y., and Kennedy J., *Swarm Intelligence*. Morgan Kaufmann, San Francisco (2001).
6. Holland J.H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI (1975).
7. Karaboga D. and Akay B., "A comparative study of Artificial Bee Colony algorithm," *Applied Mathematics and Computation*, Vol.214, pp.108-132 (2009).
8. Kennedy J. and Eberhart R.C., "Particle swarm optimization," *In Proceedings of the 1995 IEEE International Conference on Neural Networks*, Vol.4, pp.1942-1948 (1995).
9. Korenaga T., Hatanaka T. and Uosaki K., "Improvement of Particle Swarm Optimization for High-Dimensional Space," *2006 SICE-ICASE International Joint Conference* (2006).
10. Krink T., Filipic B., Fogel G.B. and Thomsen R., "Noisy optimization problems—a particular challenge for differential evolution?," *Proceedings of 2004 Congress on Evolutionary Computation*, IEEE Press, Piscataway, NJ, pp.332-339 (2004).
11. Li, X. L., "A new intelligent optimization-artificial fish swarm algorithm," *Ph.D. Thesis, Zhejiang University of Zhejiang*, China (2003).
12. Lien L.C. and Cheng M.Y., "A hybrid swarm intelligence based particle-bee algorithm for construction site layout optimization," *Expert Systems with Applications*, Vol.39, No.10, pp.9642-9650 (2012).
13. Lien L.C. and Cheng M.Y., "Particle Bee Algorithm for Tower Cranes Layout with Materials Quantity Supply and Demand Optimization," *Automation in Construction*, Vol.45, No.9, pp.25-32 (2014).

14. Ozbakir L., Baykasog A. and Tapkan P., "Bees algorithm for generalized assignment problem," *Applied Mathematics and Computation*, Vol.215, pp. 3782-3795 (2010).
15. Parsopoulos, K. E., & Vrahatis, M. N., "Parameter selection and adaptation in unified particle swarm optimization," *Mathematical and Computer Modeling*, Vol.46, No.1, pp.198-213 (2007).
16. Pham D.T., Koc E., Ghanbarzadeh A., Otri S., Rahim S. and Zaidi M., "The bees algorithm - a novel tool for complex optimization problems," *In Proceedings of the Second International Virtual Conference on Intelligent Production Machines and Systems*, pp.454-461 (2006).
17. Price K.V., Storn R.M. and Lampinen J.A. (Eds.), *Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization*, *Springer Natural Computing Series* (2005).
18. Tsai H. C., "Predicting strengths of concrete-type specimens using hybrid multilayer perceptions with center-unified particle swarm optimization," *Expert Systems with Applications*, Vol.37, pp.1104-1112 (2010).
19. Yang X.S., "Engineering Optimizations via Nature-Inspired Virtual Bee Algorithms," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.3562, pp.317-323 (2005).

# BIOMEDICAL ANTHROPOLOGY

UDC 551.581

## Kharrasov A.F., Saryg S.K. Investigation of some anthropological features residents of Tuva of different climatic zones

Исследование некоторых антропологических особенностей жителей Тувы  
различных климатических зон

**Kharrasov A.F., Saryg S.K.**

Tuvan State University, Kyzyl

Харрасов А.Ф., Сарыг С.К.

Тувинский государственный университет, Кызыл

**Abstract.** A study of the types of constitution of residents of various regions of the Republic of Tuva (students of Tuva State University who arrived for training in 2019 from different districts of the Republic of Tuva (RT)): Kyzyl, Kaa-Khem, Pii-Khem, Tandyn, Ulug-Khem, Chaa-Khol, Dzun-Khemchik, Sut-Khol and Ovyur. The listed regions of the Republic of Tatarstan differ in their climate. Differences were revealed in the distribution of students by constitutional types - depending on their place of residence. Students who lived and grew up in areas with extreme climatic characteristics had a noticeable increase (compared to other regions) of persons with a hypersthenic type of constitution (up to 36.2% in the Mongun-Taiga district). For high-altitude areas, there was also a pronounced predominance of hypersthenic individuals over asthenic (in Mongun-Taiga, respectively: hypersthenics 36.2%, asthenics - 23.2%), and in lower mountainous areas, on the contrary, there was a predominance of asthenics over hypersthenics (Bai-Taiga district, respectively: asthenics 39.9 %; hypersthenics - 24.1%).

**Keywords:** type of constitution; adaptation; residents of Tuva; students; severity index of weather conditions

**Аннотация.** Проведено исследование типов конституции жителей различных регионов Республики Тыва (студентов Тувинского государственного университета, прибывших на обучение в 2019 г. из разных районов Республики Тыва (РТ)): Кызыльского, Каа-Хемского, Пий-Хемского, Тандынского, Улуг-Хемского, Чаа-Хольского, Дзун-Хемчикского, Сут-Хольского и Овюрского. Перечисленные регионы РТ отличаются своим климатом. Были выявлены различия в распределении студентов по конституционным типам - в зависимости от их места проживания. У студентов, проживавших и выросших в районах с экстремальными климатическими характеристиками, отмечалось заметное увеличение (по сравнению с другими регионами) лиц с гиперстеническим типом конституции (в Монгун-Тайгинском районе до 36,2 %). Для высокогорных районов также отмечалось выраженное преобладание лиц гиперстенического типа, над астеническим (в Монгун-Тайге, соответственно: гиперстеники 36,2 %, астеники - 23,2 %), а в более низкогорных районах - напротив, отмечалось преобладание астеников над гиперстениками (Бай-Тайгинский район, соответственно: астеники 39,9 %; гиперстеники - 24,1 %).

**Ключевые слова:** тип конституции; адаптация; жители Тувы; студенты; индекс суровости метеорежима.

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_74

Рецензент: Ерофеевская Лариса Анатольевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук (ИПНГ СО РАН)

**Введение.** Природные зоны Тывы многообразны - это горные районы, тайга, степь, пустыня и тундра. Естественно, что разные условия проживания (климат) накладывают свой отпечаток на облик проживающего там населения. Для оценки индивидуальных особенностей человека многие исследователи используют конституциональный подход, поскольку конституция типов человека представляет собой интегральную характеристику индивида [1; 2].

Конституция (соматотип) — это совокупность относительно устойчивых морфологических и функциональных признаков организма человека, обусловленных взаимодействием наследственности с условиями окружающей среды. М.В. Черноруцкий выделял астенический, гиперстенический и нормостенический.

Само понятие «конституция» получала не однозначное толкование в историческом аспекте. Так, по данным Шевкуненко В.Н., конституция, это, в большей мере, наследуемые морфологические и функциональные свойства организма, и в меньшей – особенности организма, приобретенные в постнатальном онтогенезе [3].

В работах М.В. Черноруцкого, конституция человека рассматривалась - как «общий план строения и проект функционирования организма...систему, где форма и функция, сома и психика тесно связаны между собой и взаимно влияют друг на друга" [4].

Многие отечественные и зарубежные авторы рассматривали конституцию как совокупность индивидуальных наследуемых и приобретенных морфофункциональных особенностей при взаимодействии со средой обитания. В формировании типов конституции человека принимает участие окружающая среда обитания, которая оказывают влияние на образование различных форм тела, а также на все морфофункциональные признаки организма [5]. Таким образом, согласно современным представлениям, внешняя среда в равной степени участвует в формировании конституции.

**Цель исследования:** изучить типы конституции жителей республики Тува, проживающих в различных климатических условиях - на примере студентов Тувинского государственного университета (прибывших на обучение из разных районов Республики Тыва в 2019 г.).

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось на базе Тувинского государственного университета. Объектом исследования служили студенты первого курса, юноши и девушки тувинской национальности. Всего было обследовано 180 студентов, прибывших в 2019 г. из разных районов Республики Тыва (РТ): Кызыльский, Каа-Хемский, Пий-Хемский, Тандынский, Улуг-Хемский, Чаа-Хольский,

Дзун-Хемчикский, Сут-Хольский и Овюрский. Все перечисленные районы РТ заметно различаются по климатическим условиям проживания (табл. 1).

**Таблица 1**

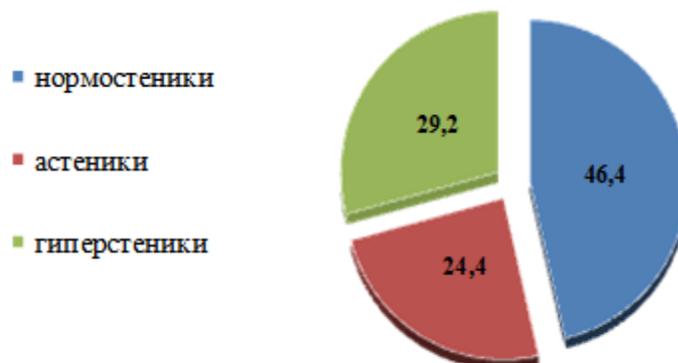
Показатели, характеризующие уровень комфортности территории РТ

Факторы/ условия	Тере-Хольский	Каа-Хемский	Дзун-Хемчикский	Монгун- Тайгинский	Эрзинский	Бай-Тайгинский
Высота над уровнем моря, м	1298	705	732	1850	982	1148
Средняя температура января, оС	-28	-38	-35	-28	-31	-30
Средняя температура в июле, оС	+24	+22	+20	+13	+18	+18
Влажность воздуха, в %	59.9	69	58	59.9	57	69
Годовое атмосферное давление (кПА)	81.2	84.3	78.4	81.2	84.3	-
Индекс континентальности	57.3	78.6	90.9	57.3	78.6	90.9
Климат	Экстремально- дискомфортная	Дискомфортный	Относительно дискомфортная	Экстремально- дискомфортная	Дискомфортная	Относительно дискомфортная

Для выявления соматотипологических показателей исследуемых групп студентов использовали методику и классификацию М.В. Черноруцкого, на основании которой выделяли: астенический, нормостенический и гиперстенический типы телосложения [4].

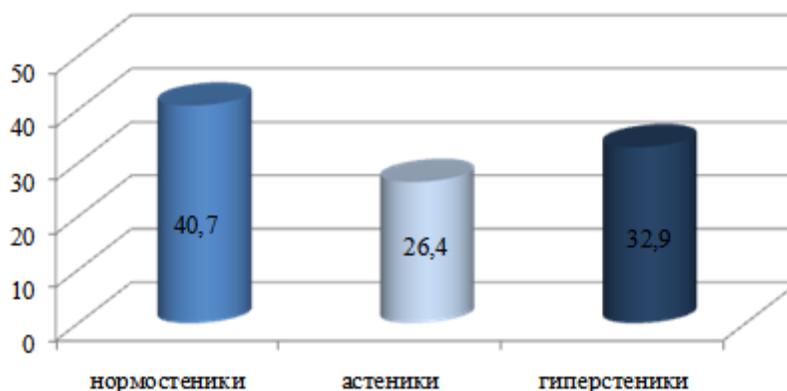
#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

При оценке типов телосложения среди студентов, нами было отмечено, что, в целом, по исследуемым районам Республики Тыва, из 180 обследованных молодых людей, в основном, преобладали лица с нормостеническим типом конституции – 46,4 %. Гиперстенический тип телосложения составил 29,2 % из общего числа обследованных студентов. Меньше всего, оказалось студентов с астеническим типом телосложения – 24,4 % (рис. 1).



**Рис. 1.** Определение преобладающих типов конституции по всем первокурсникам.

При анализе типов телосложения студентов, прибывавших на учебу из Тере-Хольского района, отмечалось преобладание нормостенического 40,7 %, и гиперстенического 32,9 % типов конституции (рис. 2). В этом районе многие годы наблюдается экстремальный климат - холодная продолжительная зима и относительно короткое лето. С климатическими особенностями этого района мы связываем заметное преобладание среди его жителей людей с нормостеническим и гиперстеническим типом конституции.



**Рис. 2.** Преобладающие типы конституции среди жителей Тере-Хольского района.

Обследование студентов, прибывших на учебу из Каа-Хемского района показало, что среди обследованных - 44 % имели нормостенический тип конституции. Остальные, практически поровну, составляли астенический и гиперстенический типы, с небольшим преобладанием (всего на 1,2 %) астеников (рис. 3).

Каа-Хемский район Республики Тыва характеризуется дискомфортным микроклиматом. При таком климате всегда отмечается напряжение процессов терморегуляции, плохое теплоощущение, а также ухудшение условно-рефлекторной деятельности, понижение работоспособности, падение устойчивости организма к действию вредных факторов среды [6].

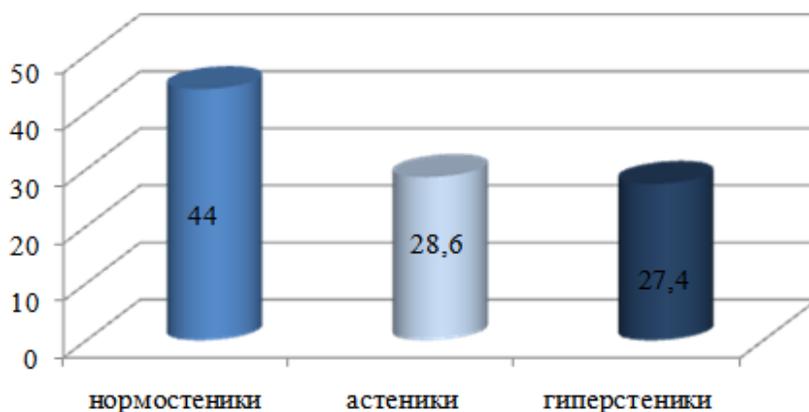


Рис. 3. Преобладающие типы конституции в Каа-Хемском районе, (%)

Оценка типов телосложения у студентов, проживающих в Дзун-Хемчикском районе показала преобладание нормостеников - 39,4 % (соответственно: астеников было 33 %, а гиперстеников – 27,6 %). Следует отметить, что, в последнее время, наблюдается общая тенденция

к астенизации телосложения современной молодежи, возможным объяснением которой, считают некоторое преимущество лиц с астеническим типом конституции в социальной адаптации и в развитии психомоторных качеств [7]. Астенический тип телосложения среди студентов из Дзун-Хемчикского района составил - 33 % (рис. 4).

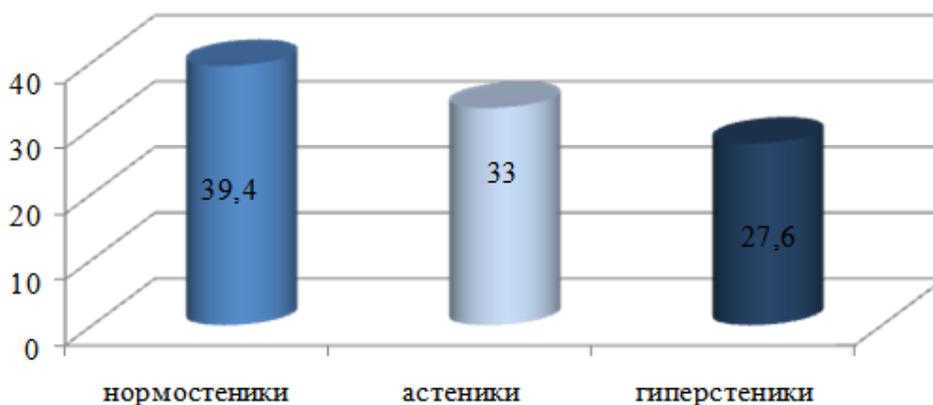
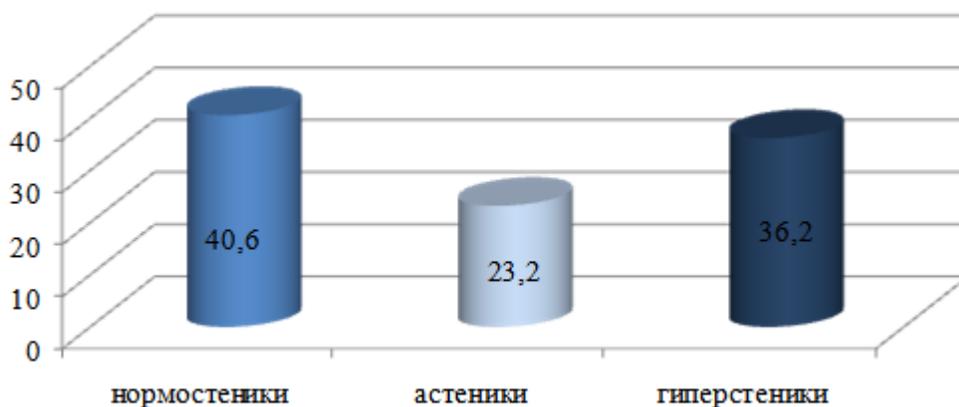


Рис. 4. Преобладающие типы конституции в Дзун-Хемчикском районе, (%)

Обследование студентов из Монгун-Тайгинского района показало, что преобладали лица с нормостеническим типом конституции - 40,6 %. Гиперстенический тип телосложения составил 36,2 % (всего, на 4,4 % меньше нормостенического типа конституции).

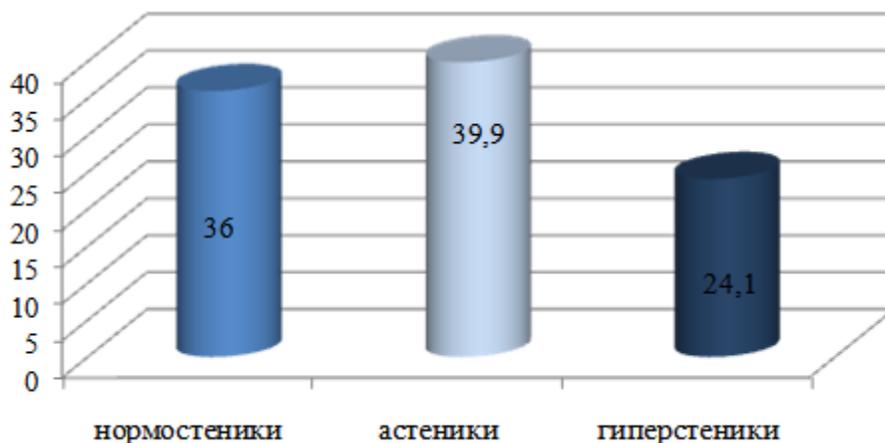
Меньше всего было студентов с астеническим типом конституции - 23,2 % (на 13 % меньше нормостеников). Молодые люди, приехавшие из высокогорного Монгун-Тайгинского района отличались меньшими продольными размерами тела, особенно юноши, с небольшим преобладанием лиц с нормостеническим типом телосложения (рис. 5).



**Рис. 5.** Преобладающие типы конституции в Монгун-Тайгинском районе, (%)

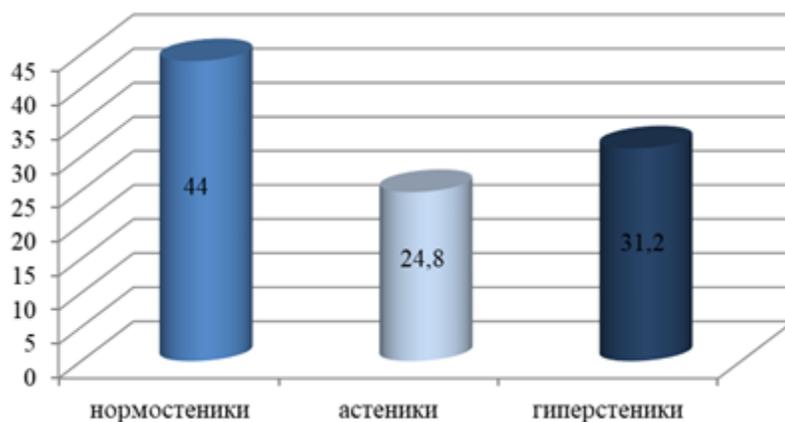
Студенты, прибывшие на учебу из более низкогорного Бай-Тайгинского района характеризовались относительно большим количеством индивидов с астеническим типом конституции, что составило 39,9 % от общего числа обследованных. По литературным источникам, в последнее время, наблюдается заметное уменьшение числа представителей с гиперстеническим и увеличение лиц с астеническим типом конституции среди аборигенного населения [8; 9].

Среди студентов, проживающих в Бай-Тайгинском районе, большинство составили астеники 39,9 %, нормостеников было - 36 %. Меньше всего было студентов с гиперстеническим типом конституции - 24,1 % (рис. 6).



**Рис. 6.** Преобладающие типы конституции в Бай-Тайгинском районе, (%)

Эрзинский район, как и Каа-Хемский район характеризуется дискомфортным микроклиматом. При таком климате отмечается напряжение процессов терморегуляции, также ухудшение условно-рефлекторной деятельности, понижается работоспособность, падает устойчивость организма к действию вредных факторов среды [10]. Среди обследованных студентов из Эрзинского района, 44 % имели нормостенический тип конституции, 24,8 % - астенический тип конституции; 31,2 % - гиперстенический тип конституции (рис. 7).



**Рис. 7.** Преобладающие типы конституции в Эрзинском районе, (%)

**Выводы:**

Таким образом, проведённым исследованием, выявлены особенности типов конституции у студентов (молодых представителей населения республики Тыва), проживающих в разных климатических регионах республики. Результаты исследования выявили, что для различных климатических регионов характерны определённые

конституциональные типы людей, в частности, в районах с экстремальными климатическими характеристиками, отмечалось заметное увеличение лиц с гиперстеническим типом конституции (в Монгун-Тайгинском районе до 36,2%). Можно также отметить некоторую корреляцию высоты места проживания с конституциональным типом исследуемых, т.е. для высокогорных районов отмечалось преобладание лиц гиперстенического типа, над астеническим (Монгун-Тайга, соответственно: гиперстеники 36,2 %, астеники - 23,2 %), а в более низкогорных районах – напротив, отмечалось преобладание астеников над гиперстениками (Бай-Тайга, соответственно: астеники 39,9 %; гиперстеники – 24,1 %).

Однако, по усреднённым показателям данного исследования, преобладающим, для обследованной группы студентов из разных регионов РТ, явился - нормостенический тип конституции – 46,4 %.

#### References

1. Клиорин А.И., Чтецов В.П. Биологические проблемы учения о конституциях человека. – Л.: Наука, 1979. – 164 с.
2. Никитюк Б.А. Конституция человека. Итоги науки и техники. Серия «Антропология», Т4. М., 1991. – 149 с.
3. Шевкуненко, В. Н. Типовая анатомия человека / В. Н. Шевкуненко, Л. Г. Геселевич. – М.: Биомедгиз, 1935. -232 с.
4. Черноруцкий, М. В. Учение о конституции в клинике внутренних болезней: Труды 7-го съезда российских терапевтов. - Л., 1925. – С.304-312.
5. Агаджанян, Н. А. Функция дыхания в различных экологических условиях среды. – Тверь, 1993. – С. 3-7.
6. Эрдыниева, Л. С. Оценка влияния природно-климатических факторов на здоровье населения Республики Тыва /Вестник Красноярского государственного университета им. В. П. Астафьева. – 2010. – № 3. – С.263–268.
7. Хрисанфова, Е. Н., Перевозчиков И. В. Антропология. М.: Изд-во МГУ; Высшая школа, 2002. 400 с.
8. Соколов, А. Я., Гречкина Л. И., Суханова И. В. Динамика изменения основных соматометрических параметров у аборигенных и пришлых жителей Северо-Востока России за прошедшие 30 лет // Валеология. – 2006. – № 3. – С. 35-39.
9. Суханова, И. В. Особенности физического развития юношей-студентов г. Магадана с 1977 по 2005 г. // Всероссийская научная конференция «Чтения памяти академика К. В. Симакова»: тезисы докладов. Магадан, 2007. – С. 206.
10. Горбунов М.М., Коршунова Н.В., Юречко О.В. Основные физиологические механизмы и адаптационные реакции при закаливании организма в условиях холодного климата // Бюллетень физиологии патологии дыхания. – 2020. – В. 77. – С. 107-116.

# SURVEYING AND LAND ECONOMY

UDC 33

## Byrda A.A., Akmatalieva A.S. Assessment of the impact on the cadastral value of land plots in the Kaliningrad region of the factor of their belonging to various urban districts

Оценка влияния на кадастровую стоимость земельных участков Калининградской области фактора их принадлежности к различным городским округам

**Byrda Anastasia Anatolievna**

Master's student of the Moscow University of Finance and Law MFUA, Kaliningrad branch  
Scientific director:

**Akmatalieva Aida Satylganovna,**

Candidate of economic sciences of the Moscow University of Finance and Law MFUA, Kaliningrad branch

Бырда Анастасия Анатольевна

Магистрант Московского финансово-юридического университета МФЮА, Калининградский филиал

Научный руководитель:

Акматалиева Аида Сатылгановна,

кандидат экономических наук Московского финансово-юридического университета МФЮА, Калининградский филиал

**Abstract.** *The article is devoted to assessing the impact on the cadastral value of land plots in the Kaliningrad region of the factor of their belonging to various urban districts. The article discusses the factors of demand that influence the cost. The author analyzes the socio-economic development and the existing specialization of the studied areas, calculates the absolute and relative indicators of variation and analyzes the variation of the attribute (the value of land plots).*

**Keywords:** *cadastral value, land plot, cadastral valuation, variation of the trait, square.*

**Аннотация.** *Статья посвящена оценке влияния на кадастровую стоимость земельных участков Калининградской области фактора их принадлежности к различным городским округам. В статье рассматриваются факторы спроса, оказывающие влияние на стоимость. Автором анализируется социально-экономическое развитие и сложившаяся специализация исследуемых районов, проводится расчет абсолютных и относительных показателей вариации и анализируется вариация признака (цена земельных участков).*

**Ключевые слова:** *кадастровая стоимость, земельный участок, кадастровая оценка, вариация признака, площадь.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_82

Рецензент - Бессарабов Владислав Олегович - Кандидат экономических наук. ГО ВПО  
«ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского»

Проведение обоснованной оценки земли является одним из важных условий для нормального развития экономики страны в сегменте недвижимости, поскольку земля является основой для экономической и производственной деятельности.

Используя данные Росреестра, была проведена оценка влияния на стоимость земельных участков (далее – ЗУ) Калининградской области фактора их принадлежности к различным городским округам (далее – районы).

Категория земель для оценки выбрана земли населенных пунктов. В соответствии с действующим законодательством землями населенных пунктов признаются земли, используемые и предназначенные для застройки и развития населенных пунктов. Границы городских и сельских населенных пунктов отделяют земли населенных пунктов от земель иных категорий.

Определено 5 муниципальных образований Калининградской области (далее – МО): Гурьевский, Зеленоградский, Багратионовский, Черняховский, Гвардейский, различные по своей специализации, отдаленные от административного центра – г. Калининграда и находящиеся рядом.

По публичной кадастровой карте определено общее число ЗУ в каждом МО – независимо от категории земель (табл.1). Рассчитываем показатели структуры (доля ЗУ в каждом районе), табл. 1.

Общая выборка составляет 38 земельных участков, находим число ЗУ в каждом районе, табл. 1.

Таблица 1

#### Выборка земельных участков

Районы	Число ЗУ в районе	Доля ЗУ, %	Выборка ЗУ выбранной категории, единиц
Гурьевский	89684	38%	14
Зеленоградский	52059	22%	8
Багратионовский	37727	16%	6
Черняховский	29643	12%	5
Гвардейский	29019	12%	5
Всего:	238132	100%	38

Отбираем ЗУ выбранной категории случайным образом (кадастровый номер, площадь, кадастровая стоимость), определяем кадастровую стоимость за 1 кв.м, табл. 2.

Таблица 2

Основные характеристики выбранных земельных участков [5]

Кадастровый номер	Площадь, кв. м	Кадастровая стоимость, тыс. руб.	Кадастровая стоимость за 1 кв.м, руб.
Гурьевский район			
39:03:030227:168	720	496 274,40	689,27
39:03:030227:218	780	538 894,20	690,89
39:03:040009:43	1 167	471 514,68	404,04
39:03:040025:96	814	418 933,24	514,66
39:03:040603:22	1200	513 708,00	428,09
39:03:040604:11	820	322 071,4	392,7695
39:03:040604:19	1 200	513 708,00	428,09
39:03:040604:29	800	350 976,00	438,72
39:03:040604:87	800	311 688,00	389,61
39:03:040605:17	1000	339 820,00	339,82
39:03:040605:21	1200	513 708,00	428,09
39:03:040805:21	1200	475 128,00	395,94
39:03:070904:79	1200	409 044,00	340,87
39:03:091011:35	1200	536 424,00	447,02
Зеленоградский район			
39:05:010306:23	866	793 589,41	916,385
39:05:010803:9	818	780 781,00	954,5
39:05:030101:3	1200	736 224,00	613,52
39:05:030607:15	1199	988 131,87	824,13
39:05:040101:24	1195	1 332 604,25	1115,15
39:05:040101:70	1200	1 349 412,00	1124,51
39:05:040603:132	1200	1 013 820,00	844,85
39:05:050102:34	1200	923 184,00	769,32
Багратионовский район			
39:01:031113:42	1200	428 184	356,82
39:01:031115:99	1200	466 632	388,86
39:01:031207:17	1200	442 572	368,81
39:01:042204:56	1114	442 392	397,12
39:01:041508:1	1200	461 148	384,29
39:01:042241:34	1200	450 264	375,22
Черняховский район			
39:13:010208:5	800	386 112,00	482,64
39:13:010211:143	800	382 544,00	478,18
39:13:020015:159	1200	376 968,00	314,14
39:13:040405:79	1200	373 632,00	311,36
39:13:051001:5	1200	398 196,00	331,83
Гвардейский район			
39:02:030002:53	1200	452 136,00	376,78
39:02:030004:21	1200	484 152,00	403,46
39:02:010016:203	800	495 064,00	618,83
39:02:120001:126	1200	491 784,00	409,82
39:02:020023:3	991	409 025,34	412,74

С помощью всех известных абсолютных и относительных показателей проводим анализ вариации признака (среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент детерминации, эмпирическое корреляционное отношение, относительное линейное отклонение, показатель вариации).

Таблица 3

Показатели вариации по районам

Районы	Хср. По гр.	Хср.общ.	d по гр.	R	$\sigma^2$
Гурьевский	440,5	517,90	62,76	351,07	9110,493
Зеленоградский	891,84		139,35	510,99	27866,84
Багратионовский	378,30		11,48	40,30	174,9461
Черняховский	368,74		68,72	171,28	5600,659
Гвардейский	432,60		55,27	242,05	6217,193

Таблица 4

Показатели вариации

Размах вариации, R	813,15
x ср	517,90
Среднее линейное отклонение, d	179,8662
ср. из внутригруп. дисперсия, $\sigma^2$	10809,01
Среднее квадратическое отклонение, $\sigma$	103,9664
Межгрупповая дисперсия	39804,12
Общая дисперсия	50613,13
Коэффициент детерминации	0,786439
Эмпирическое корреляционное отношение	89%
Относительное линейное отклонение	35%
Коэффициент вариации	20%

**Сведения к оценке и анализу результатов расчетов**

**1. Размах вариации (R)** – пределы изменения величины признака. Характеризует общую амплитуду вариации признака (цена ЗУ) в выборочной совокупности (ЗУ по районам и в целом) [1].

Общий размах вариации составляет 813,15 руб/кв.м, он слишком отличается от показателей размахов вариации по районам.

Если сравнивать показатели по районам, они слишком отличаются между собой. Из 5 исследуемых районов, больше всего выделяется Зеленоградский район (у него наибольший показатель – 510,99 руб/кв.м) и Багратионовский район (наименьший

показатель – 40,30 руб/кв.м). Это говорит о том, что амплитуда вариации признака (цена ЗУ) в совокупности велика, группы неоднородны.

**2. Среднее линейное отклонение ( $\bar{d}$ )** – устанавливает коридор колеблемости признака ( $\pm \bar{d}$ ) [1].

Коридор колеблемости исследуемых районов:

Гурьевский район 503,29 руб. кв.м;

Зеленоградский район 1031,19 руб. кв.м;

Багратионовский район 389,78 руб. кв.м;

Черняховский район 437,46 руб. кв.м;

Гвардейский район 487,87 руб. кв.м;

При расчете данного показателя наблюдаются разные коридоры колеблемости. В Зеленоградском районе широкий 1031,19 руб/кв.м, в Багратионовском районе узкий 389,78 руб/кв.м. Совокупность имеет невысокую однородность. Гурьевский, Черняховский, Гвардейский районы достаточно однородные по коридору колеблемости.

**3. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ )**. Показывает коридор колеблемости.

Распределения могут быть: нормальные и отличные от нормальных.

**Правило трех сигм:** в пределах одного среднеквадратического отклонения ( $\bar{x} \pm \sigma$ ) лежит 68, 26% значений. В пределах двух среднеквадратических отклонений ( $\bar{x} \pm 2\sigma$ ) — уже 95,44%, а в пределах трех ( $\bar{x} \pm 3\sigma$ ) — 99,72% [1].

Проверка распределения на нормальность – построение гистограммы.

Таблица 5

Построение гистограммы

Карман	Частота	Интегральны й %	Карман	Частота	Интегральны й %
311,36	1	2,63	446,885	22	57,89
446,885	22	60,53	582,41	4	68,42
582,41	4	71,05	717,935	4	78,95
717,935	4	81,58	853,46	3	86,84
853,46	3	89,47	988,985	2	92,11
988,985	2	94,74	Еще	2	97,37
Еще	2	100	311,36	1	100



Рис. 1 – Распределение цен на земельные участки внутри района

Ситуация идентична со средним линейным отклонением. Из гистограммы видно, что распределение отличное от нормального, правило трех сигм не применимо.

**4. Внутригрупповая дисперсия ( $\sigma_i^2$ )** – позволяет рассчитать среднеквадратическое отклонение для группы (района),  $\sqrt{\sigma_i^2}$ . Оценивает вариацию признака внутри каждой группы (района) [1].

- Общая 224,9736 руб. кв.м;
- Гурьевский район 95,4489 руб. кв.м;
- Зеленоградский район 166,9336 руб. кв.м;
- Багратионовский район 13,22672 руб. кв.м;
- Черняховский район 74,83755 руб. кв.м;
- Гвардейский район 78,84918 руб. кв.м;

При наблюдении ситуации между районами, выделяются Зеленоградский район с наибольшим значением 166, 9336 руб. кв.м и Багратионовский район с наименьшим значением 13, 22672 руб. кв.м.

**5. Средняя из внутригрупповых дисперсий ( $\overline{\sigma_i^2}$ )** – позволяет рассчитать среднее внутригрупповое квадратическое отклонение,  $\sqrt{\overline{\sigma_i^2}}$ . Характеризует среднюю вариацию признака внутри групп выборочной совокупности (какой коридор колеблемости в среднем по районам, показывает насколько в среднем одна группа отклоняется от другой и как группа отклоняется от ср. величины) [1].

Среднее внутригрупповое квадратическое отклонение составляет 103, 9664 руб. кв.м. Внутри групп не значительное отклонение, кроме Зеленоградского района.

**6. Межгрупповая дисперсия ( $\delta^2$ )** – позволяет рассчитать среднеквадратическое отклонение для выборочной совокупности ( $\sqrt{\delta^2}$ ). Характеризует, как в среднем группы отклоняются от средней величины. Оценивает размер вариации признака между группами (районами) [1].

Среднеквадратическое отклонение между группами (районами) составляет 199, 5097 руб. кв.м.

Разница в цене между группами (районами) присутствует, но она не значительна. Можно сделать вывод, что межгрупповые различия больше внутригрупповых.

**7. Коэффициент детерминации ( $\eta^2$ )** - показывает долю (удельный вес) общей вариации изучаемого признака, обусловленную вариацией группировочного признака [1].

Группировочный признак – география ЗУ (районы). Чем больше 0,5 и ближе к 1.0, следовательно, тем больше вариация цены ЗУ зависит от географии участков и их расположения. Чем ниже, тем влияние расположения участков на их цену менее значимо.

Коэффициент детерминации составляет 0,786439. Соответственно, сильная зависимость цены ЗУ от географии участков и их расположения.

**8. Эмпирическое корреляционное отношение ( $\eta$ )** – характеризует качество и силу связи группировочного и результативного факторов [1]. Группировочный – география ЗУ, результативный – цена ЗУ.

- слабой при  $0,3 < \eta \leq 0,5$
- умеренной при  $0,5 < \eta \leq 0,7$
- сильной при  $\eta > 0,7$ .

Установлена **сильная** сила связи результативного от группировочного факторов (цена участков определяется принадлежностью к району).

**9. Коэффициент вариации ( $V_\sigma = \frac{\sigma}{x} \cdot 100\%$ )** – характеризует однородность групп (районы) и в целом выборочной совокупности. Если коэффициент вариации  $V_\delta$  не превышает 33%, то совокупность считается однородной [1].

- Гурьевский район 21,67%;
- Зеленоградский район 18,72%;
- Багратионовский район 3,50%;
- Черняховский район 20,30%;
- Гвардейский район 18,23%;

Совокупность групп считается **однородной**, так как коэффициент вариации  $V\delta$  не превышает **33%**.\_

#### 10. Анализ результатов применительно к категории ЗУ и отобранным районам.

Особенности использования выбранной категории ЗУ: развитие городской среды, промышленности, строительство жилой недвижимости. Характерные черты освоения ЗУ (инженерные сети, водоснабжение, близость потребителя, транспортные расходы). Комплекс необходимых условий и ограничений для освоения категории ЗУ: экономические, социальные.

Таблица 6

Количество населенных пунктов в муниципальных образованиях в 2020 году [2]

Районы	Всего населенных пунктов
Гурьевский	147
Зеленоградский	112
Багратионовский	88
Черняховский	102
Гвардейский	62

Таблица 7

Численность населения на конец года, тыс. человек [2]

Районы	2016	2017	2018	2019	2020	Доля от области, %
Гурьевский	64,7	66,7	68,6	70,2	71,2	7
Зеленоградский	35,8	36,4	37,0	38,2	39,6	3,9
Багратионовский	33,1	33,2	32,8	32,9	32,8	3,2
Черняховский	47,5	46,9	46,3	46,3	46,1	4,5
Гвардейский	29,2	29,2	29,1	29,2	29,2	2,9

Численность населения Калининградской области на 1 января 2021 г. –1018,6 тыс. человек.

За последние 5 лет наблюдается положительная динамика по численности населения в Гурьевском и Зеленоградском районах. Уменьшение численности населения наблюдается в Багратионовском и Черняховском районах. В Гвардейском районе численность населения остается неизменной.

Таблица 8

Общие итоги миграции населения в 2020 году, человек [2]

Районы	Число прибывших	Число выбывших	Миграционный прирост	Доля от общей численности населения в районе, %
Гурьевский	4210	3218	992	1,4
Зеленоградский	3114	1640	1474	3,72
Багратионовский	1614	1618	-4	- 0,012
Черняховский	1714	1473	241	0,5
Гвардейский	1287	1138	149	0,5

Наибольший миграционный поток приходится на Гурьевский район 1, 4% и Зеленоградский район 3,72%. В Багратионовском районе число выбывших превышает число прибывших на 0,012%.

Жилищно-коммунальная сфера

Таблица 9

Жилищный фонд в 2020 году, на конец года [2]

Районы	Общая площадь жилых помещений, тыс. кв. м	Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, кв. м общей площади
Гурьевский	3396,3	47,7
Зеленоградский	1824,5	46,1
Багратионовский	734,1	22,4
Черняховский	1199,1	26,0
Гвардейский	672,2	23,0

Общая площадь жилых помещений превалирует в Гурьевском районе 3396,3 тыс. кв.м. и в Зеленоградском районе 1824,5 тыс. кв.м. Наименьшая общая площадь жилых помещений в Гвардейском 672,2 тыс. кв.м. и Багратионовском районе 734,1 тыс. кв.м.

Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя превалирует также в Гурьевском районе 47,7 тыс. кв.м и в Зеленоградском районе 46,1 тыс. кв.м. Наименьшая в Багратионовском районе 22,4 тыс. кв.м. Это свидетельствует о том, что строительство развивается в Гурьевском и Зеленоградском районах. Влияние спроса на рост объемов строительства. Спрос – приток населения и увеличение численности.

## Строительство

Таблица 13

Ввод жилых домов в 2020 году, кв. м общей площади [2]

Районы	Ввод в действие жилых домов на территории муниципального образования	в том числе индивидуальных жилых домов	Удельный вес ввода индивидуальных жилых домов ко всему вводу жилья, %
Гурьевский	226879	152862	67,4
Багратионовский	12150	12150	100
Зеленоградский	139034	73488	52,9
Черняховский	4638	4638	100
Гвардейский	8401	8401	100

Согласно данным таблицы 13, следует сделать вывод, что наибольший ввод в действие жилых домов на территории Гурьевского и Зеленоградского районов 226879 кв.м. и 139034 кв.м. соответственно. В Багратионовском, Черняховском, Гвардейском районах строительство происходит только индивидуальных жилых домов.

Таблица 14

Сведения о выданных разрешениях и полученных уведомлениях на строительство в 2020 году, единиц [2]

Районы	Количество выданных разрешений		Количество полученных уведомлений	
	на строительство	на ввод объектов в эксплуатацию	о планируемых строительстве или реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства	об окончании строительства или реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства
Гурьевский	190	83	302	798
Багратионовский	5	6	178	92
Зеленоградский	288	64	489	305
Черняховский	3	3	59	44
Гвардейский	6	5	98	58

Максимальное количество выданных разрешений на строительство и на ввод объектов в эксплуатацию зафиксировано в Гурьевском и Зеленоградском районах.

Сложившаяся специализация районов и доля выбранной категории ЗУ в районе. Позволяет увязать использование и освоение категории ЗУ с особенностями развития выбранных районов, определить обеспеченность и потребность в ЗУ.

Таблица 15

Площадь земель муниципального образования, га [2]

Районы	Итого земель	Земли населенных пунктов	Доля земель населенных пунктов в районе, %
Гурьевский	135 753	8 567	6,31
Багратионовский	114 618	7 614	6,64
Зеленоградский	201 649	10 610	5,26
Черняховский	128 575	11 809	9,18
Гвардейский	78 418	5 262	6,71

Доля земель населенных пунктов в Черняховском, Гвардейском, Багратионовском, Гурьевском районах приблизительно равна.

Промышленное производство

Таблица 16

Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и и услуг собственными силами (без субъектов малого предпринимательства) в 2020 году, тыс. рублей [3]

Районы	Всего	Доля производства в районе к Калининградской области, %	Обрабатывающие производства	Доля обрабатывающего производства в районе к Калининградской области, %
Гурьевский	57255853	7,4	28279007	4,9
Багратионовский	10249806	1,3	8366307	1,4
Зеленоградский	16848389	2,1	3678843	0,6
Черняховский	8236731	1	6845281	1,2
Гвардейский	5201535	0,7	2287797	0,4
Калининградская область	769128919	100	577131000	100

Наибольшая доля производства в Гурьевском районе 7,4% и Зеленоградском районе 2,1%. Доля обрабатывающего производства наибольшая в Гурьевском районе 4,9%, Багратионовском районе 1,4%, в Черняховском районе - 1,2%.

Гурьевский район - развита промышленность, строительная индустрия.

Зеленоградский район- развиты туризм, производство, строительство.

Багратионовский район - приграничный, специализируется на переработки с/х продукции;

Черняховский район – развита промышленность;

Гвардейский район - развита промышленность;

Обеспеченность ЗУ выбранной категории в соответствии со структурой земель в районе и в соответствии с ее специализацией. Необходимость перевода земель из одной категории в другую.

Изменения земель по категориям произошли на основании постановлений Правительства Калининградской области о переводе земельных участков из одной категории в другую, приказов Агентства по архитектуре, градостроению и перспективному развитию Калининградской области об изменении характеристик земельных участков, принятых в отношении следующих исследуемых муниципальных образований Калининградской области: Багратионовского, Гвардейского, Гурьевского, Зеленоградского.

Гурьевский район – перевод 92га из земель промышленности, транспорта, энергетики в земли с/х назначения;

Багратионовский район – перевод 19га из земель с/х назначения в земли промышленности, транспорта, энергетики;

Зеленоградский район – перевод 76га из земель с/х назначения в земли промышленности, транспорта, энергетики;

Черняховский район – 0;

Гвардейский район – перевод 12га из земель с/х назначениям в земли промышленности, транспорта, энергетики.

Комплекс экономических, социальных, инженерно-технических факторов, влияющих на кадастровую стоимость выбранной категории ЗУ.

Для определения кадастровой стоимости исполнителем осуществляется сбор и анализ информации о рынке объектов оценки, а также анализ информации, не относящейся непосредственно к объектам оценки, но влияющей на их стоимость, в том числе:

- информации об экономических, социальных, экологических и прочих факторах, оказывающих влияние на стоимость, объектов оценки;

- информации о рынке объектов земельных участков, в том числе о сделках (предложениях) на рынке объектов недвижимости, включая информацию о факторах, влияющих на цены и объем сделок (предложений);

В исследуемой категории земель, факторы, влияющие на кадастровую стоимость являются социальные и экономические.

Для расчета кадастровой стоимости земельных участков Исполнителем применялся метод статистического (регрессионного) моделирования, основанный на построении статистической модели оценки. Метод статистического (регрессионного) моделирования предполагает построение связи между рыночной стоимостью земельных участков и ценообразующими факторами в качестве математической зависимости – функции.

Факторы спроса, оказывающие влияние на стоимость:

- Выгодное географическое расположение (близость к г. Калининграду);
- Развитая инфраструктура;
- Развитая система общественного транспорта;
- Сформированные инвестиционные площадки;

В результате можно сделать вывод, что в 5 исследуемых районах наблюдается высокая зависимость цены земельных участков выбранной категории от их расположения.

Наибольшая цена наблюдается в Зеленоградском и Гурьевском районах, наименьшая в Багратионовском районе.

Выгодное географическое расположение в Зеленоградском и Гурьевском районах – отдаленность от г. Калининграда - 30 км и 7 км, соответственно, цены выше, чем у отдаленных районов, таких как Гвардейский и Багратионовский – по 36 км, Черняховский – 84 км.

В Гурьевском и Зеленоградском районах увеличивается численность населения. Направление миграционного потока направляется в Гурьевский и Зеленоградский районы. В Зеленоградском районе хозяйственная освоенность выше. Внутри района происходит дифференциация в цене. Земельные участки, расположенные в черте поселений имеют наименьшую стоимость, в отличии от тех, которые находятся в центре города Зеленоградска, либо вблизи береговой зоны.

Гурьевский район находит преимущество перед молодыми семьями. Строится наиболее выгодное жилье, с различными социальными поддержками.

В Зеленоградском и Гурьевском районах развита инфраструктура, система общественного транспорта, сформированы инвестиционные площадки. За последние годы наблюдается значительное увеличение объема строительных работ. Наибольшая доля производства в Гурьевском районе 7,4% и Зеленоградском районе 2,1%. Доля обрабатывающего производства наибольшая в Гурьевском районе 4,9%, Багратионовском районе 1,4%, в Черняховском районе - 1,2%.

В Багратионовском, Гвардейском, Черняховском районах нет условий для развития района, наблюдается спад численности населения, по миграционному потоку число выбывших превышает число прибывших, сфера строительства не развивается, строятся исключительно индивидуальные жилые дома. Спрос на земельные участки невелик, соответственно, и цены внутри района равны.

### **Анализ наиболее выделяемых при исследовании районов.**

Зеленоградский район - это курортная зона Балтийского побережья, в связи с чем, развитие туризма на территории муниципального образования – является основным направлением работы отдела культуры и туризма в целом. Ежегодно проводятся масштабные областные и районные мероприятия с привлечением туристов со всей России и зарубежья.

Важным преимуществом для развития экономики Зеленоградского района является выгодное географическое расположение (расстояние от г. Зеленоградска до Калининграда – 30 км., до аэропорта «Храброво» - 20 км.) и транспортная доступность - 87 % протяженности автомобильной дороги «Приморское кольцо» расположено в Зеленоградском районе.

По территории района проходят 16 автобусных маршрутов, более 84 км железнодорожных путей. Близость района к областному центру - г. Калининграду, наличие развитой инфраструктуры (высокий уровень газификации, развитие транспортно-дорожной сети) обусловили привлекательность территории района и для размещения производственных предприятий.

В муниципальном образовании создано и функционирует около 300 торговых предприятий.

Перспективным с точки зрения инвестирования на Зеленоградском побережье являются туристическая, рекреационная, бальнеологическая, спортивно-зрелищная сферы (на территории г. Зеленоградска и Куршской косы размещены более 75 объектов гостеприимства с более чем 4500 местами размещения). Район обладает уникальными природными ресурсами для развития рекреации: море, мягкий морской климат, песчаные пляжи,

лесные массивы, живописные ландшафты, озера, минеральные воды и лечебные грязи, национальный парк «Куршская коса».

Гурьевский район - расположен в 7 км к северо-востоку от Калининграда и является городом-спутником.

Одним из ключевых элементов градообразующей базы муниципального образования и одновременно значительным источником налоговых доходов бюджета в условиях развития рыночных отношений, является торговля. В муниципальном образовании постоянно расширяется торговая сеть, совершенствуется система обслуживания, обновляется и качественно улучшается ассортимент товара (рычагом движения в этой отрасли экономики служит здоровая конкуренция).

На территории Гурьевского района функционируют 1007 субъектов хозяйственной деятельности, осуществляющих оптовую, розничную торговлю, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов. В 2020 году объем оборота розничной торговли составил 9 550,7 млн. руб. (по крупным и средним предприятиям), что на 25,7% выше уровня предыдущего года.

В Гурьевском районе наблюдается увеличение на 1,2% количества субъектов хозяйственной деятельности. По формам собственности субъекты хозяйственной деятельности района распределились следующим образом: частная собственность – 89,9%; муниципальная собственность – 2,8%; совместная российская и иностранная собственность – 1,6%; собственность общественных организаций – 2%; иностранная - 3%; государственная – 0,5 %; смешанная российская – 0,2%.

В Гурьевском районе доминируют хозяйствующие субъекты, осуществляющие деятельность в сфере торговли (45,4%), в строительстве (20,6%), обрабатывающие производства (14,0%), а также транспортировка и хранение (14,4%).

Развитие туризма в районе - одно из приоритетных направлений развития, обозначенных в стратегии социально-экономического развития Гурьевского района на долгосрочную перспективу. Богатое историко-культурное наследие района позволяет позиционировать туристический потенциал, как составную часть экономики. Создание современного туристического комплекса, обеспечивает с одной стороны, удовлетворение потребностей населения района, российских и иностранных граждан в туристических услугах, с другой стороны, вклад в развитие экономики района, в том числе, за счет налоговых поступлений в бюджет, увеличения количества рабочих мест, сохранения и рационального использования природно-рекреационного и культурно-исторического потенциала.

Общая протяженность автодорог федерального и регионального (межмуниципального) значения в границах Гурьевского района составляет 402,6 км.

Сеть автомобильных дорог района дополняется межпоселковыми автомобильными дорогами муниципального значения. Данные дороги обеспечивают подъезды к садоводствам, отдельно расположенным частям населенных пунктов и рекреационным зонам. Общая протяженность составляет – 94,9 км. Участки автодорог, проходящие по территории населенных пунктов округа, одновременно исполняют роль главных улиц. На территории района имеются железнодорожные линии.

Багратионовский район расположен в юго-западной части Калининградской области. Отдаленность от Калининграда 36 км.

Основные места в структуре экономики района занимают сельское хозяйство, промышленность, а также рынок товаров, работ и услуг, представленный розничной торговлей, общественным питанием и предоставлением платных услуг [4].

- обрабатывающие производства – 106 ед.;
- сельское хозяйство – 80 ед.;
- транспорт и связь – 111 ед.;
- строительство – 101 ед.;
- оптовая и розничная торговля – 324 ед.;
- другие отрасли – 283 ед.

Одна из основных целей стратегического развития района является создание комфортной социальной среды для развития человеческого потенциала. Это определяет следующие направления социально-экономического развития муниципального образования:

- создание условий для улучшения демографической ситуации;
- содействие занятости населения и ограничение безработицы;
- формирование условий для повышения уровня доходов населения;
- обеспечение доступности и качества услуг в сфере образования, здравоохранения и социальной защиты населения;
- развитие культурно-досуговой деятельности;
- развитие туристической привлекательности территории;
- обеспечение общественной безопасности.

Реализация миссии муниципального образования и достижение высокого качества жизни жителей муниципалитета невозможно без нового качества экономического роста, поэтому создание условий для его формирования становится одним из приоритетных стратегических направлений развития.

## References

1. Дмитриева И.А., Лысенко С.Н., Общая теория статистики// Вузовский учебник, 2018;
2. Инфраструктура, экономика и социальная сфера муниципальных образований Калининградской области в 2020 году. Статистический бюллетень/ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Калининградстат). – Калининград, 2021;
3. Муниципальные образования Калининградской области. Социально-экономическое развитие в 2016-2020 годах. Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Калининградстат) – Калининград, 2021;
4. Сельское хозяйство в Калининградской области. 2021 Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Калининградстат). – Калининград;
5. Публичная кадастровая карта //: [сайт]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru>.

# TECHNOLOGY, ENGINEERING

UDC 621.391.8

## Andreev R.A., Prasolov A.A., Fedorov A.S. BLER estimation of NB-IoT narrowband physical uplink shared channel

Оценка показателя блочной ошибки восходящего физического канала передачи данных технологии NB-IoT

**Andreev Roman Aleksandrovich,**

Head of Research and Education Center «Wireless Infotelecommunication Networks», SPbSUT

**Prasolov Aleksandr Aleksandrovich,**

Associate Professor of Department of Radio Communication and Broadcasting, Candidate of Engineering Science, SPbSUT

**Fedorov Andrey Sergeevich,**

Engineer of Research and Education Center «Wireless Infotelecommunication Networks», SPbSUT

Андреев Роман Александрович,

Начальник научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети», СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Прасолов Александр Александрович,

Доцент кафедры радиосвязи и вещания, к.т.н., СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Федоров Андрей Сергеевич,

Инженер научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети», СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

**Abstract.** According to various forecasts, by 2025 the number of devices connected to IoT networks in one way or another will be from 25 to 50 billion. Given the multitasking of IoT systems, a large number of technologies are required to implement them, including radio technologies, which explains the need for research in the field of noise immunity and noise immunity. NB-IoT is recommended to cellular operators to deploy IoT networks because of a number of features and regulations in the regulatory framework. In this work, the MATLAB software simulated the operation of the downlink narrowband physical channels under various transmission parameters and subcarriers distance, calculated the BLER depending on the signal-to-noise ratio, and presented a comparison of the obtained results and their estimation.

**Keywords:** NB-IoT, BLER, SNR, NPUSCH.

**Аннотация.** По различным прогнозам, к 2025 году число устройств, так или иначе подключенных к сетям Интернета Вещей, составит от 25 до 50 миллиардов. Учитывая многозадачность систем Интернета Вещей, требуется использование большого числа технологий для их реализации, в том числе технологий радиосвязи, чем объясняется необходимость проведения исследований в области их помехоустойчивости и помехозащищенности. Одной из таких технологий является NB-IoT, рекомендуемая операторам сотовой связи для разворачивания сетей Интернета Вещей ввиду ряда ее особенностей и существующих положений в нормативно-правовой базе. В данной работе в программном обеспечении MATLAB было проведено моделирование работы узкополосного физического каналов восходящей линии при различных параметрах передачи и расстоянии между поднесущими, расчет показателя блочной ошибки в зависимости от отношения сигнал/шум, а также представлено сравнение полученных результатов и их оценка.

**Ключевые слова:** NB-IoT, BLER, отношение сигнал/шум, NPUSCH.

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_99

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Данная статья является логическим продолжением статьи, описывающей моделирование работы нисходящего канала технологии NB-IoT и в свою очередь посвящена моделированию работы узкополосного восходящего физического канала передачи данных (narrowband physical upwlink shared channel, NPDSCH). Прежде, чем перейти непосредственно к описанию и результатам моделирования, имеет смысл привести основные сведения о физическом уровне восходящего канала рассматриваемой технологии.

В технологии NB-IoT для всех восходящих каналов применяется модуляция SC-FDMA, разнос поднесущих может составлять как 15 кГц, так и 3.75 кГц – за его выбор отвечает базовая станция. При расстоянии в 15 кГц структура ресурсного блока идентична структуре, используемой в восходящем канале. При расстоянии в 3.75 кГц также используется 7 OFDM символов, но длина слота составляет уже 2 миллисекунды [1]. Структура слота представлена на рисунке 1 [2].

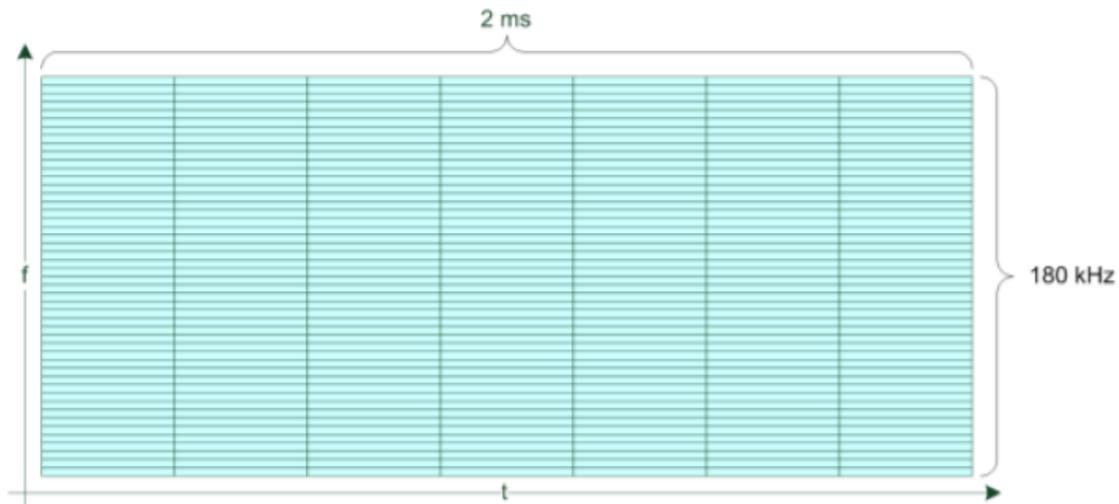


Рисунок 1. Структура слота NB-IoT в восходящем канале (при разноресурсе поднесущих в 3.75 кГц)

При моделировании работы канала также использовалось ПО MATLAB с встроенным LTE Toolbox. Этапы работы модели идентичны для модели нисходящего [3].

В результате работы модели строится кривая показателя Block Error Rate (BLER) в зависимости от определенных параметров передачи, выбора расстояния между поднесущими и диапазона значений отношения сигнал/шум.

Среди начальных параметров моделирования для дальнейшего проведения моделирования аналогично необходимо задать число транспортных блоков, диапазон отношения сигнал/шум, число повторений работы программы для строящихся кривых, а также разнос между поднесущими.

Для возможного будущего сравнения полученных результатов с результатом моделирования нисходящего канала число транспортных блоков (50), диапазон значений отношения сигнал/шум (от -20 до 10 дБ с шагом в 5 дБ), число повторений работы модели (1, 2 и 4) остались теми же

Следующим шагом был выбор модуляционно-кодирующих схем для моделирования их работы. В рассматриваемой модели за выбор модуляционно-кодирующей схемы отвечают две переменные –  $I_{TBS}$  и  $I_{SF}$ . Переменная  $I_{TBS}$  непосредственно и определяет модуляционно-кодирующую схему и может принимать значение от 0 до 12. Переменная  $I_{SF}$  определяет число субкадров для передачи символов. В совокупности эти два параметра определяют размер транспортного блока в битах. Возможные сочетания данных параметров представлены на рисунке 2.

$I_{TBS}$	$I_{SF}$							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	16	32	56	88	120	152	208	256
1	24	56	88	144	176	208	256	344
2	32	72	144	176	208	256	328	424
3	40	104	176	208	256	328	440	568
4	56	120	208	256	328	408	552	680
5	72	144	224	328	424	504	680	
6	88	176	256	392	504	600		
7	104	224	328	472	584	680		
8	120	256	392	536	680			
9	136	296	456	616				
10	144	328	504	680				
11	176	376	584					
12	208	440	680					

Рисунок 2. Модуляционно-кодирующие схемы

В данной работе были промоделированы сочетания параметров  $I_{TBS}$  и  $I_{SF}$ , представленные в таблице 1. Выбор был остановлен на этих сочетаниях, поскольку он позволяет оценить работу рассматриваемых каналов при наименьшем, наибольшем и двух усредненных значениях возможных параметров.

Таблица 1

Выбранные модуляционно-кодирующие схемы

$I_{TBS}$	0				4				8			12	
$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2
Размер транспортного блока, бит	16	56	120	256	56	208	328	680	120	392	680	208	680

В результате работы модели были построены кривые, отображающие зависимость показателя BLER от отношения сигнал/шум. Зависимость при разное поднесущих в 3.75 кГц и 15 кГц представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

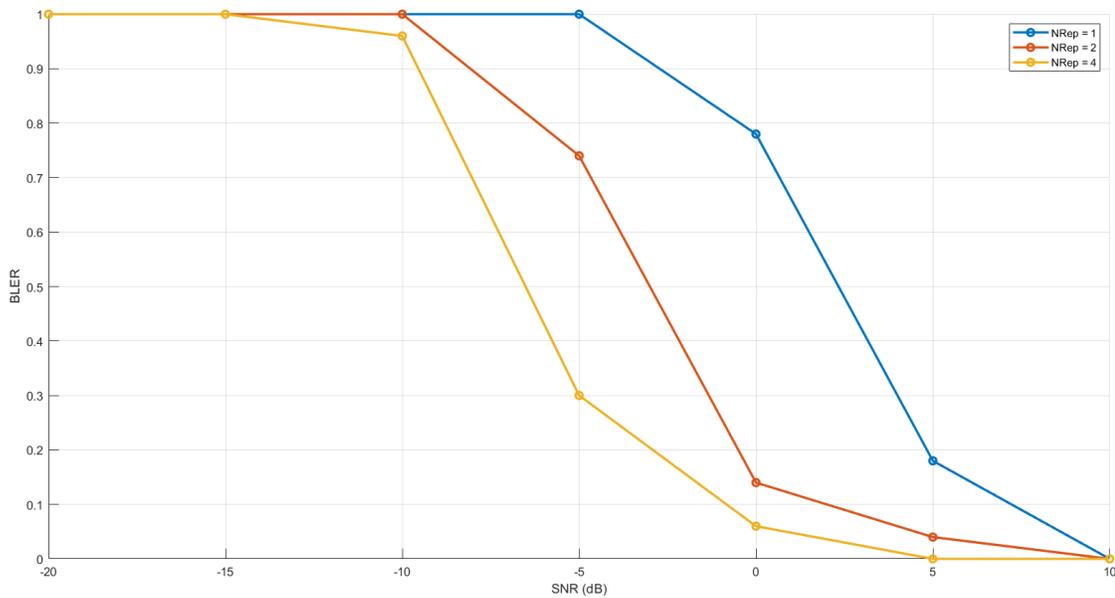


Рисунок 3. Зависимость BLER от SNR (разнос в 3.75 кГц)

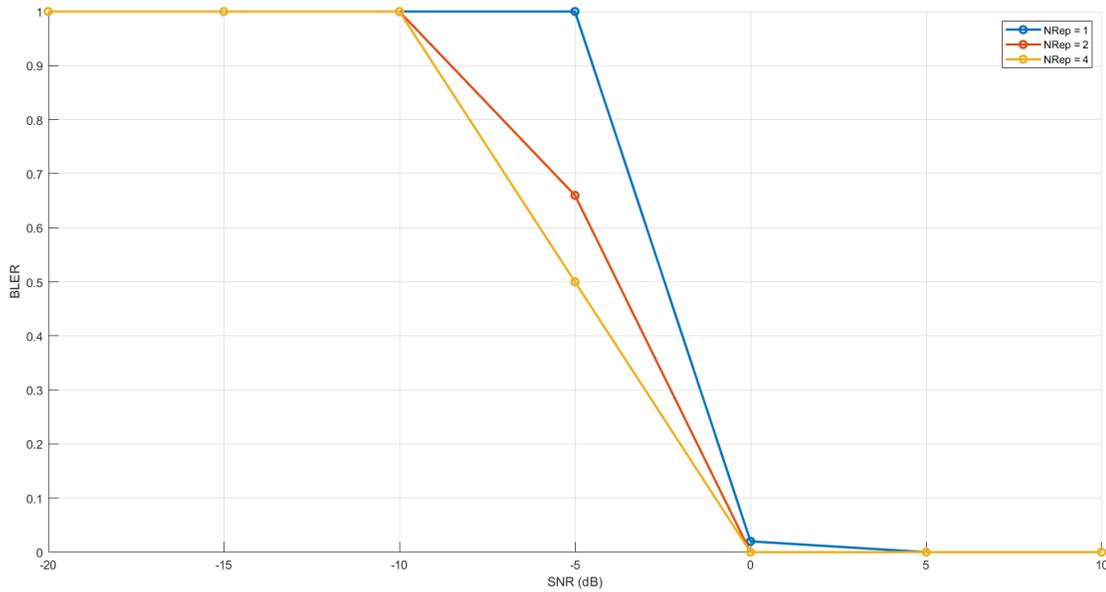


Рисунок 4. Зависимость BLER от SNR (разнос в 15 кГц)

Для удобства результаты расчетов представлены в числовом виде в таблице 2. Согласно [6] для сетей связи четвертого поколения значение показателя BLER является оптимальным, если оно не превышает 10% (в таблице выделены зеленым цветом); значения от 10 до 20% в ряде случаев также можно считать приемлемыми (в таблице выделены желтым); значения, превышающие 20%, являются неприемлемыми (выделены в таблице красным) и в таком случае требуется провести работы по оптимизации параметров сети.

Таблица 2

Результаты моделирования зависимости BLER от SNR в режиме Standalone

$N_{rep}$	$\Delta f$ , кГц	3,75	15
	SNR, дБ	BLER, %	
1	-20	100	100
	-15	100	100
	-10	100	100
	-5	100	100
	0	78	2
	5	18	0
	10	0	0
2	-20	100	100
	-15	100	100
	-10	100	100
	-5	74	66
	0	14	0
	5	4	0
	10	0	0
4	-20	100	100
	-15	100	100
	-10	96	100
	-5	30	50
	0	6	0
	5	0	0
	10	0	0

В заключение можно сделать следующие выводы:

- Повторная передача транспортных блоков для восходящего канала не является столь же эффективным способом увеличения эффективности, как для нисходящего.
- Удовлетворительный показатель BLER начинается при отношении сигнал/шум в 0 дБ, однако и при данном значении BLER в отдельных случаях остается неудовлетворительным. В Стабильное удовлетворительное значение BLER начинается при отношении сигнал/шум в 5 дБ.

Исследование выполнено в рамках выполнения ПНИ по государственному заданию СПбГУТ на 2021 год.

## References

1. J. Schliez, D. Raddino. Narrowband Internet of Things Whitepaper // Rohde & Schwarz.
2. 3GPP TS 36.211. Physical channels and modulation.
3. MATLAB. NB-IoT NPUSCH Block Error Rate Simulation. URL: <https://www.mathworks.com/help/lte/ug/nb-iot-npusch-block-error-rate-simulation.html>

UDC 621.391.8

## Andreev R.A., Prasolov A.A., Fedorov A.S. BLER estimation of NB-IoT narrowband physical downlink shared channel

Оценка показателя блочной ошибки нисходящего физического канала передачи данных технологии NB-IoT

**Andreev Roman Aleksandrovich,**

Head of Research and Education Center «Wireless Infotelecommunication Networks», SPbSUT

**Prasolov Aleksandr Aleksandrovich,**

Associate Professor of Department of Radio Communication and Broadcasting, Candidate of Engineering Science, SPbSUT

**Fedorov Andrey Sergeevich,**

Engineer of Research and Education Center «Wireless Infotelecommunication Networks», SPbSUT

Андреев Роман Александрович,

Начальник научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети», СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Прасолов Александр Александрович,

Доцент кафедры радиосвязи и вещания, к.т.н., СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Федоров Андрей Сергеевич,

Инженер научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети», СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

**Abstract.** According to various forecasts, by 2025 the number of devices connected to IoT networks in one way or another will be from 25 to 50 billion. Given the multitasking of IoT systems, a large number of technologies are required to implement them, including radio technologies, which explains the need for research in the field of noise immunity and noise immunity. NB-IoT is recommended to cellular operators to deploy IoT networks because of a number of features and regulations in the regulatory framework. In this work, the MATLAB software simulated the operation of the downlink narrowband physical channels under various transmission parameters and operation modes, calculated the BLER depending on the signal-to-noise ratio, and presented a comparison of the obtained results and their estimation.

**Keywords:** NB-IoT, BLER, SNR, NPDSCH.

**Аннотация.** По различным прогнозам, к 2025 году число устройств, так или иначе подключенных к сетям Интернета Вещей, составит от 25 до 50 миллиардов. Учитывая многозадачность систем Интернета Вещей, требуется использование большого числа технологий для их реализации, в том числе технологий радиосвязи, чем объясняется необходимость проведения исследований в области их помехоустойчивости и помехозащищенности. Одной из таких технологий является NB-IoT, рекомендуемая операторам сотовой связи для разворачивания сетей Интернета Вещей ввиду ряда ее особенностей и существующих положений в нормативно-правовой базе. В данной работе в программном обеспечении MATLAB было проведено моделирование работы узкополосного физического каналов нисходящей линии при различных параметрах передачи и режимах работы, расчет показателя блочной ошибки в зависимости от отношения сигнал/шум, а также представлено сравнение полученных результатов и их оценка.

**Ключевые слова:** NB-IoT, BLER, отношение сигнал/шум, NPDSCH.

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_106

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Данная статья посвящена моделированию работы узкополосного нисходящего физического канала передачи данных (narrowband physical downlink shared channel, NPDSCH) технологии NB-IoT. Прежде, чем перейти непосредственно к описанию и результатам моделирования, имеет смысл привести основные сведения о физическом уровне нисходящего канала рассматриваемой технологии.

В технологии NB-IoT для всех нисходящих каналов применяется модуляция OFDM, разнос поднесущих в 15 кГц и нормальный циклический префикс. Слот, длительностью в 0.5 миллисекунд, состоит из 7 OFDM-символов и 12 поднесущих, таким образом образуя канал с эффективной шириной в 180 кГц [1]. Структура слота представлена на рисунке 1 [2].

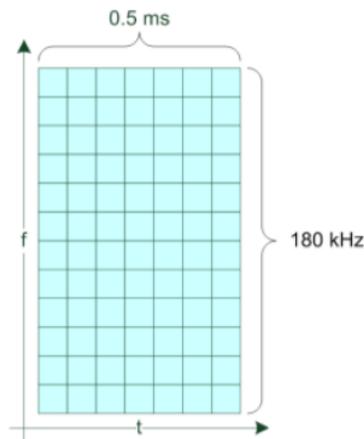


Рисунок 1. Структура слота NB-IoT в нисходящем канале

Используется та же сетка ресурсов, что и в «классическом» LTE, обеспечивая совместимость технологий и возможность работы в режиме Inband.

Два слота образуют собой субкадр длительностью 1 миллисекунда. В свою очередь 10 субкадров составляют кадр длительностью 10 миллисекунд. Структура кадра представлена на рисунке 2.

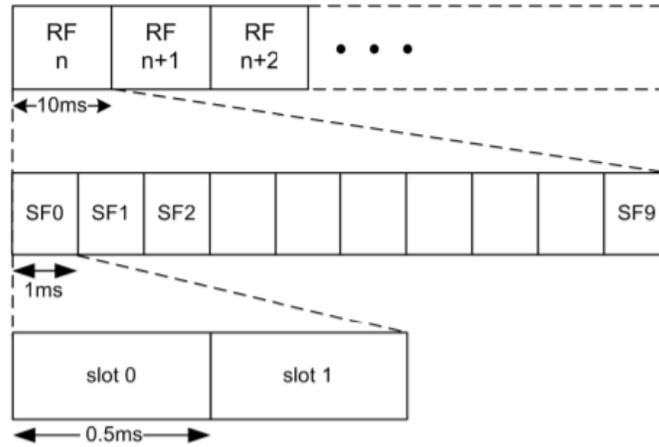


Рисунок 2. Структура кадра NB-IoT в нисходящем канале

Структура рассматриваемого канала NPDSCH представлена на рисунке 3. Также стоит отметить, что его структура полностью идентична структуре другого физического канала технологии NB-IoT – канала управления трафиком NPDSCH.

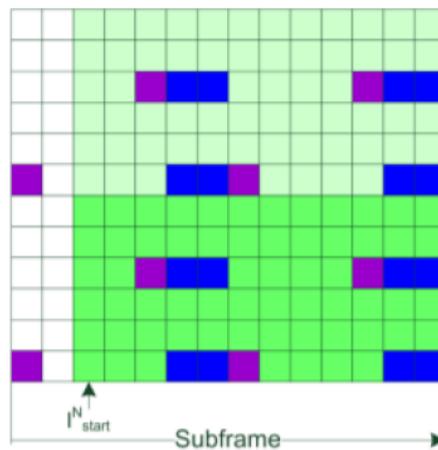


Рисунок 3. Структура канала NPDSCH

При моделировании работы канала использовалось ПО MATLAB с встроенным LTE Toolbox. Представленная там модель позволяет оценить работу канала при воздействии на него замираний и аддитивного белого гауссовского шума [3].

Этапы работы модели можно описать следующим образом:

1. Генерация структуры, отображающей собой ресурсные блоки, и ее заполнение символами канала NPDSCH;
2. Формирование сигнала в основной полосе частот с заданным видом модуляции;

3. Симуляция прохождения сигнала через зашумленный канал с замираниями;
4. Проверка полученного сигнала с помощью CRC-кода и оценка производительности канала.

В результате работы модели строится кривая показателя Block Error Rate (BLER) в зависимости от определенных параметров передачи и диапазона значений отношения сигнал/шум. Сам показатель BLER в спецификациях [4] определен как отношение количества принятых ошибочных блоков к общему числу принятых блоков. Ошибочным блок признается, если он не прошел проверку циклическим избыточным кодом (CRC).

Прежде всего необходимо задать начальные параметры для дальнейшего проведения моделирования. Такими параметрами являются число транспортных блоков, диапазон отношения сигнал/шум, число повторений работы программы для строящихся кривых.

По умолчанию число транспортных блоков в модели равно 4, однако для получения более точных результатов разработчиками рекомендуется использовать большее число транспортных блоков. В данном случае было принято решение использовать для моделирования 50 транспортных блоков.

Диапазон значений отношения сигнал/шум от -20 до 10 дБ с шагом в 5 дБ.

Ввиду ограниченности вычислительных ресурсов для симуляции было выбрано три варианта числа повторений – 1, 2 и 4. Число повторений определено в спецификации [5], что отображено на рисунке 4.

$I_{\text{Rep}}$	$N_{\text{Rep}}$
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	192
9	256
10	384
11	512
12	768
13	1024
14	1536
15	2048

Рисунок 4. Число повторений передачи транспортных блоков

Следующим шагом был выбор модуляционно-кодирующих схем для моделирования их работы. В рассматриваемой модели за выбор модуляционно-кодирующей схемы отвечают две переменные –  $I_{TBS}$  и  $I_{SF}$ . Переменная  $I_{TBS}$  непосредственно и определяет модуляционно-кодирующую схему и может принимать значение от 0 до 12. Переменная  $I_{SF}$  определяет число субкадров для передачи символов. В совокупности эти два параметра определяют размер транспортного блока в битах. Возможные сочетания данных параметров представлены на рисунке 5.

$I_{TBS}$	$I_{SF}$							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	16	32	56	88	120	152	208	256
1	24	56	88	144	176	208	256	344
2	32	72	144	176	208	256	328	424
3	40	104	176	208	256	328	440	568
4	56	120	208	256	328	408	552	680
5	72	144	224	328	424	504	680	
6	88	176	256	392	504	600		
7	104	224	328	472	584	680		
8	120	256	392	536	680			
9	136	296	456	616				
10	144	328	504	680				
11	176	376	584					
12	208	440	680					

Рисунок 5. Модуляционно-кодирующие схемы

В данной работе были промоделированы сочетания параметров  $I_{TBS}$  и  $I_{SF}$ , представленные в таблице 1. Выбор был остановлен на этих сочетаниях, поскольку он позволяет оценить работу рассматриваемых каналов при наименьшем, наибольшем и двух усредненных значениях возможных параметров.

Таблица 1

Выбранные модуляционно-кодирующие схемы

$I_{TBS}$	0				4				8			12	
$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2
Размер транспортного блока, бит	16	56	120	256	56	208	328	680	120	392	680	208	680

Кроме того, для работы модели необходимо задать требуемый режим работы стандарта NB-IoT. Возможны 4 варианта – Standalone, Guardband, Inband (SamePCI или DifferentPCI). Каждая из определенных в таблице 3.2 модуляционно-кодирующих схем была промоделирована для каждого из этих режимов работы.

В результате работы модели были построены кривые, отображающие

зависимость показателя BLER от отношения сигнал/шум. Пример такой зависимости представлен на рисунке 6.

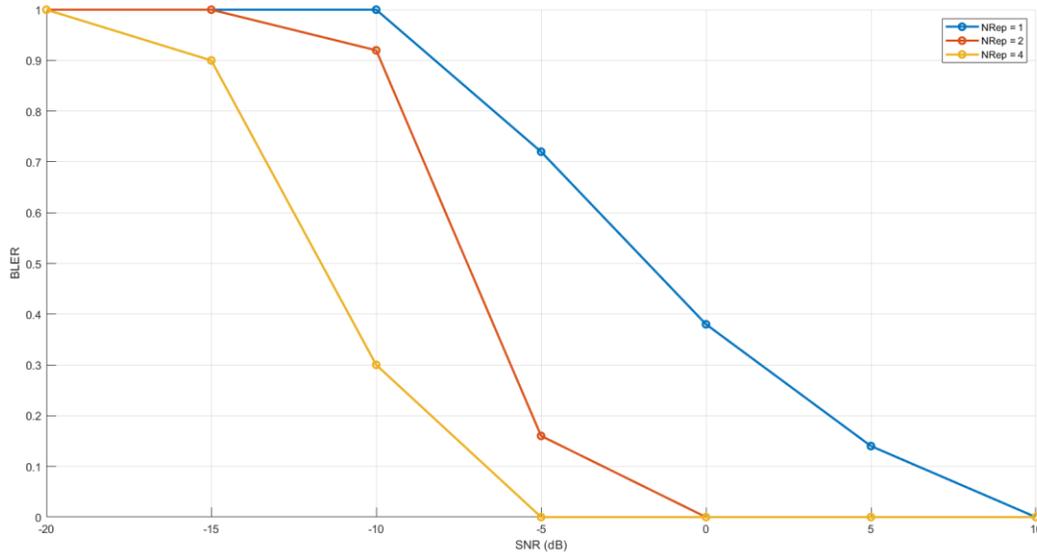


Рисунок 6. Зависимость BLER от SNR (Guardband,  $I_{TBS} = 0$ ,  $I_{SF} = 0$ )

Для удобства все результаты расчетов для всех обозначенных выше режимов и параметров передачи представлены в числовом виде в таблицах 2-5. Согласно [6] для сетей связи четвертого поколения значение показателя BLER является оптимальным, если оно не превышает 10% (в таблице выделены зеленым цветом); значения от 10 до 20% в ряде случаев также можно считать приемлемыми (в таблице выделены желтым); значения, превышающие 20%, являются неприемлемыми (выделены в таблице красным) и в таком случае требуется провести работы по оптимизации параметров сети.

Таблица 2

Результаты моделирования зависимости BLER от SNR в режиме Standalone

$N_{rep}$	$I_{TBS}$	0				4				8			12		
	$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2	
	SNR, дБ	BLER, %													
1	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	100	96	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-5	72	44	50	56	96	100	98	100	100	100	100	100	100	100
	0	38	14	10	6	64	58	42	52	86	94	88	100	100	100
	5	14	0	4	2	44	14	8	6	54	30	20	78	88	100
	10	0	0	0	0	6	4	0	0	40	12	6	52	22	100
2	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	100	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	92	66	72	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-5	16	6	8	14	86	66	64	50	100	100	92	100	100	100
	0	0	0	0	0	4	10	8	10	42	54	54	96	98	100
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14	36	100
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100
4	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	90	62	80	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	30	12	28	28	76	66	74	92	100	98	100	100	100	100
	-5	0	0	8	4	18	16	26	26	56	46	68	100	90	100
	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0	4	16	42	38	100
	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	4	100
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Таблица 3

Результаты моделирования зависимости BLER от SNR в режиме Guardband

$N_{rep}$	$I_{TBS}$	0				4				8			12		
	$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2	
	SNR, дБ	BLER, %													
1	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	100	96	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-5	72	44	50	56	96	100	98	100	100	100	100	100	100	100
	0	38	14	10	6	64	58	42	52	86	94	88	100	100	100
	5	14	0	4	2	44	14	8	6	54	30	20	78	88	100
	10	0	0	0	0	6	4	0	0	30	12	6	52	22	100
2	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	100	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	92	66	72	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-5	16	6	8	14	86	66	64	50	100	100	92	100	100	100
	0	0	0	0	0	4	10	8	10	42	54	54	96	98	100
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14	36	100
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100
4	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-15	90	62	80	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	-10	30	12	28	28	76	66	74	92	100	98	100	100	100	100
	-5	0	0	8	4	18	16	26	26	56	46	68	100	90	100
	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0	4	16	42	38	100
	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	4	100
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Таблица 4

Результаты моделирования зависимости BLER от SNR в режиме Inband-SamePCI

$N_{rep}$	$I_{TBS}$	0				4				8			12	
	$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2
	SNR, дБ	BLER, %												
1	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-5	84	82	66	72	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	0	56	16	14	14	74	82	70	68	100	100	100	-	-
	5	28	8	4	2	46	22	12	12	68	60	58	-	-
2	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	100	84	82	74	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-5	40	24	30	18	96	90	78	72	100	100	100	-	-
	0	0	0	0	4	10	28	28	18	94	76	66	-	-
	5	0	0	0	0	0	0	0	2	6	16	12	-	-
4	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	76	96	98	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	50	26	38	52	98	92	96	96	100	100	100	-	-
	-5	2	6	12	8	38	30	34	42	94	76	84	-	-
	0	0	0	2	0	0	2	8	8	26	20	32	-	-
	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8	-	-
4	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	100	84	82	74	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-5	40	24	30	18	96	90	78	72	100	100	100	-	-
	0	0	0	0	4	10	28	28	18	94	76	66	-	-
	5	0	0	0	0	0	0	0	2	6	16	12	-	-

Таблица 5

Результаты моделирования зависимости BLER от SNR в режиме Inband-DifferentPCI

$N_{rep}$	$I_{TBS}$	0				4				8			12	
	$I_{SF}$	0	2	4	7	0	2	4	7	0	2	4	0	2
	SNR, дБ	BLER, %												
1	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-5	84	82	66	72	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	0	56	16	14	14	74	82	70	68	100	100	100	-	-
	5	28	8	4	2	46	22	12	12	68	60	58	-	-
2	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	100	84	82	74	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-5	40	24	30	18	96	90	78	72	100	100	100	-	-
	0	0	0	0	4	10	28	28	18	94	76	66	-	-
	5	0	0	0	0	0	0	0	2	6	16	12	-	-
4	-20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-15	100	76	96	98	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	-10	50	26	38	52	98	92	96	96	100	100	100	-	-
	-5	2	6	12	8	38	30	34	42	94	76	84	-	-
	0	0	0	2	0	0	2	8	8	26	20	32	-	-
	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8	-	-

Отсутствующие результаты расчета для  $I_{TVS} = 12$  связаны с тем, что при сочетании данной модуляционно-кодирующей схемы и режима работы Inband скорость помехоустойчивого кода превышала единицу, что является недопустимым. Данный факт позволяет сделать вывод об ограниченности выбора модуляционно-кодирующей схемы при данном режиме работы.

В заключение можно сделать следующие выводы:

- Повторная передача транспортных блоков позволяет получить меньший коэффициент ошибок при одинаковом показателе отношения сигнал/шум чем при однократной передаче, что можно использовать при обеспечении связи на сложных участках или на краю соты.
- Удовлетворительный показатель BLER для всех сочетаний модуляционно-кодирующей схем NB-IoT начинается при отношении сигнал/шум в 0 дБ, однако и при данном значении BLER отдельных модуляционно-кодирующих схем остается неудовлетворительным. В отдельных случаях BLER удовлетворяет требованиям и при отношении сигнал/шум в -5 дБ. Стабильное удовлетворительное значение BLER начинается при отношении сигнал/шум в 5 дБ.
- Режимы работы Guardband и Standalone показали идентичные результаты. При работе в режиме Inband показатель BLER был лучше, однако ввиду особенностей его работы доступны не все сочетания модуляционно-кодирующих схем, что означает некоторую ограниченность его использования.

Исследование выполнено в рамках выполнения ПНИ по государственному заданию СПбГУТ на 2021 год.

#### References

4. J. Schlien, D. Raddino. Narrowband Internet of Things Whitepaper // Rohde & Schwarz.
5. 3GPP TS 36.211. Physical channels and modulation.
6. MATLAB. NB-IoT NPDSCH Block Error Rate Simulation. URL: <https://www.mathworks.com/help/lte/ug/nb-iot-npdsch-block-error-rate-simulation.html>.
7. 3GPP TS 34.122. Radio transmission and reception.
8. 3GPP TS 36.213 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 13).
9. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Terminal conformance specification; Radio transmission and reception (TDD) (3GPP TS 34.122 version 10.0.0 Release 10).

UDC 004

## Khruleva N.D. Features of programming in the Swift language

Особенности программирования на языке Swift

**Khruleva Natalia Dmitrievna**

Saturn Stroy Market LLC, Lead Programmer

Хрулева Наталия Дмитриевна

ООО Сатурн Строй Маркет, Ведущий программист

**Abstract.** *The object of the study is the Swift language. The subject of the study is the features of programming in the Swift language. The study provides a brief description of the history of the development of the programming language. The features of the Swift language are identified and analyzed. Advantages and disadvantages are identified. The key features of the development are analyzed. The prospects for the development of the programming language are analyzed. The results of the study allow us to conclude that the Swift programming language cannot replace other programming languages.*

**Keywords:** *Programming language, Swift, advantages, disadvantages, perspective, algorithms.*

**Аннотация.** *Объектом исследования является язык Swift. Предмет исследования – особенности программирования на языке Swift. В исследовании дана краткая характеристика истории развития языка программирования. Выявлены и проанализированы особенности языка Swift. Определены преимущества и недостатки. Проанализированы ключевые особенности разработки. Проанализированы перспективы развития языка программирования. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что язык программирования Swift не может заменить другие языки программирования.*

**Ключевые слова:** *Язык программирования, Swift, преимущества, недостатки, перспектива, алгоритмы.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_115

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

### Введение

В настоящее время при обучении программированию остро стоит вопрос о выборе языка программирования для обучения. Одним из современных языков программирования является язык Swift. Его актуальность использования заключается в том, что он достаточно прост в использовании и является более производительным по сравнению с другими языками программирования.

Исходя из актуальности, цель исследования состоит в том, что бы выявить особенности языка программирования Swift.

Для достижения поставленной цели были поставлены задачи:

1. Изучить историю развития языка программирования Swift.
2. Выявить и проанализировать особенности языка программирования.
3. Проанализировать перспективы развития языка программирования.

Объект исследования – язык программирования Swift.

Предмет исследования – особенности программирования на языке Swift.

Гипотеза исследования состоит в том, что язык программирования Swift может заменить другие языки программирования в процессе разработки программного обеспечения.

### **Методы исследования**

Методологической базой представленной исследовательской работы являются общенаучные и специальные методы, опираясь на которые представляется возможным решить задачи и достигнуть указанные цели представленной исследовательской работы. При написании данной работы использовались следующие методы: метод, устанавливающий сходство или различие предметов (сравнение); метод, позволяющий мысленно расчленить предмет на части для более детального его исследования (анализ); метод соединения элементов, сторон, признаков предмета, выделенных с помощью анализа (синтез); метод, позволяющий мысленно выделить признаки одного предмета и отвлечься от других (абстрагирование); метод, с помощью которого отдельные предметы на основе присущих им одинаковых свойств объединяются в группы однородных предметов (обобщение); исторический метод.

### **Результаты исследования**

Зарождение языка программирования Swift началось еще в 90 годах, а в 2014 году он вышел на рынок информационных технологий. Именно в 2014 году компания Apple создала и реализовала данный язык программирования. Как свидетельствуют заявления официальных представителей организации. Отметим, что Swift был заложен в платформе NeXT[1]. Именно эта платформа и стала прародительницей современных iOS и macOS.

Более современная версия языка началась в 2010 году. Создатели языка взяли за основу немного от разных языков программирования, таких как Object-C, Haskell, Python, C#, CLU и ряда других.

Выпуск и презентация языка состоялась в 2014 году[2]. Учтем, что в это же время разработчикам языка стала доступна официальная документация по языку на 500 страницах печатного текста. По истечению одного года на рынок вышла новая версия языка. Отметим, что от первой версии, она стала более производительной. А в 2019 году уже вышла наиболее современная на сегодняшний день версия данного языка программирования. Она является пятой версией.

Напомним, что сам язык программирования предназначен для разработки iOS и OS X приложений, который сочетает в себе все лучшее от C и Objective-C, но лишен

ограничений, накладываемых в угоду совместимости с C[1]. В Swift используются паттерны безопасного программирования и добавлены современные функции, превращающие создание приложения в простой, более гибкий и увлекательный процесс.

Так как Swift является новым продуктом на рынке информационных технологий, то он хорошо подходит для быстрого старта и развития в области программирования, но несмотря на это у него существует и ряд минусов в процессе использования.

При разработке языка команда разработчиков ставила перед собой цель, что бы язык программирования Swift был простой в изучении и придавал ускорение циклам разработки.

Исходя из цели разработки языка, следует выделить его особенности.

Первая особенность языка состоит в том, что Swift в отличие от Objective-C более простой и лаконичный синтаксис, что позволяет экономить время за счет написания меньшего количества кода.

Второй особенностью языка является то, что он имеет высокую производительность. Даже несмотря на то, что он является языком высокого уровня, нацеленным на быстрое освоение, он достаточно быстр. Согласно мнению его создателей, Swift почти в три раза быстрее Objective-C и почти в 8 раз быстрее, чем Python. Сейчас ведутся работы над тем, чтобы опередить по параметру скорости C++.

Третьей особенностью языка является то, что Swift обладает преимуществом таким как наличие современных библиотек, фреймворков для написания функционального кода.

Отмети, что язык Swift, как и большинство других языков программирования полностью открыт и бесплатен. Причем он обладает открытым кодом.

Четвертой особенностью языка является это его безопасность. Благодаря многим новшествам, а также апгрейду синтаксиса, язык Swift стал гораздо безопаснее obj-c. Например, через улучшения работы с памятью разработчики свели практически на нет возможности несанкционированного доступа к данным. Также, за счет более эффективной обработки сценариев, снизилось количество критических сценариев.

Важный момент, на который стоит обратить внимание – возможность визуализации результата. У Swift есть специальная песочница – Playground, которая позволяет продемонстрировать работу программы. Иногда такой подход очень полезен, так как позволяет достаточно быстро найти проблемы в коде и сократить время разработки.

В практической деятельности язык применяется очень часто, так как с помощью Swift можно разработать любое приложение на мобильное устройство на базе iOS[3].

Алгоритм разработки на языке программирования Swift представляет собой неограниченное поле для фантазий, об этом свидетельствует содержание информации, которая находится в App.Store. Так с помощью языка можно разрабатывать как простые программы, так и более сложные.

Существенным недостатком в использовании языка является то, что для взаимодействия с Objective-C используется специальный «мост», который очень сильно тормозит процесс сборки любого приложения. Также, к недостаткам этого языка можно отнести и то, что он постоянно меняется. С одной стороны это хорошо, с другой если бы Apple не выстроили процесс определенным образом, старый код мог бы не работать.

Для того, что бы наглядно посмотреть, что из себя представляет данный язык, приведем пример на данном языке программирования. Он будет выглядеть следующим образом:

```
print ("Hello, World")
```

Как видно из приведенного примера язык программирования Swift является довольно простым в использовании. Однако, несмотря на это для разработки приложения требуется больше времени и строк кода.

В настоящее время достаточно много людей, кто хочет работать с данным языком программирования. И действительно, если посмотреть на сайты специализирующие на поиске разработчиков программного обеспечения, то в большей степени там занимают объявления о наборе сотрудников, которые владеют Swift[4]. Это обусловлено тем, что количество приложений и возможностей мобильной платформы iOS постоянно растет, равно как и количество пользователей macOS. Соответственно, растут и запросы для написания тех или иных приложений на мобильные и десктопные устройства. Поэтому сегодня разработчику Swift несложно устроится на работу. В России не так мало вакансий, где требуются именно такие специалисты.

Что касается перспективы, с точки зрения развития языка, маловероятно, что Apple от него откажется в ближайшие 5-10 лет. Не для того его разрабатывали и тратили на это большие ресурсы. Скорее всего, Swift продолжит развиваться, а с учетом растущего сообщества и открытости кода языка программирования, процесс движения вперед будет заметно быстрее.

Если посмотреть на перспективу сегодня, устройства на iOS занимают лидирующие позиции в США, также они очень популярны в Европе и Азии. Однако их производством занимается только одна компания. Что касается Android, эта платформа

представлена на устройствах множества производителей из Азии, в том числе Китая и Кореи.

### **Заключение**

Исходя из проведенного исследования, необходимо сделать следующие выводы.

Swift , с одной стороны, это своего рода простая возможность войти в мир информационных технологий с минимальными временными затратами, если сравнивать его с другими языками программирования.

С другой стороны, изучать язык, который непосредственно связан только с одной компанией и ее продуктом – достаточно рискованная затея.

Данный язык программирования, как мы выявили имеет свои особенности и перспективы развития , однако изучение разработки на языке Swift неразрывно связано с Objective-C. Именно, поэтому изучая данный язык программирования необходимо изучать и Objective-C. Из проведенного исследования следует, что гипотеза поставленная в исследовании не нашла своего подтверждения.

### **References**

1. Зыков С. В. Программирование. Объектно-ориентированный подход : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Зыков. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 155 с.
2. Кубенский, А. А. Функциональное программирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. А. Кубенский. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 348 с.
3. Усов В.А. Swift. Основы разработки приложений под iOS и macOS.
4. Онлайн Академия Geekbrain [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geekbrains.ru/> (07.12.2021)
5. Apple [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apple.com/ru/swift/> (07.12.2021)

UDC 664.1

## Medvedeva M.I., Nikolaeva N.V. Investigation of the possibility of complete replacement of sugar with fructose in the production technology of foamy confectionery

Исследование возможности полной замены сахара на фруктозу в технологии производства пенообразных кондитерских изделий

**Medvedeva Maria Ivanovna,**

student, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)

Scientific supervisor: **Nikolaeva Natalia Valeryevna,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)

Медведева Мария Ивановна,  
студент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Научный руководитель: Николаева Наталья Валерьевна,  
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

**Abstract.** *There is a large assortment of sugary products on the confectionery market, but there are very few functional and dietary products among them. Therefore, the purpose of this work was to develop a technology for the production of a foamy semi-finished product (meringue) with the replacement of sugar with fructose, which has a low glycemic index, does not cause spikes in insulin levels in the blood, and can be used in desserts for people suffering from diabetes. To completely replace sugar in the technology of making meringue with fructose, the chemical and physical properties of fructose and their effect on the processes of foaming and foam resistance were studied. Due to the fact that fructose in its properties has a number of differences from sucrose (higher solubility, lower melting point, high hygroscopicity, lower pH of the medium, less resistance to oxidation, etc.), recommendations were made that should be taken into account when developing a technology for the production of meringue based on fructose. Based on these recommendations, ingredients for the formulation were selected and an equipment and technological production scheme was developed based on the technological scheme for the production of classic meringue with some changes (containers and dispensers for additional ingredients were added; a mixer was selected that allows you to add ingredients in the process of churning foam; an aerator was added and the configuration of the baking oven was changed). As a result, a product was obtained that meets the requirements of the "Specifications for classic meringue cake" with a reduced energy value and has some dietary and diabetic properties.*

**Keywords:** *fructose, meringue production, properties of fructose, foaming, dietary products*

**Аннотация.** *На рынке кондитерского производства представлен большой ассортимент сахаристых изделий, но среди них изделий функционального и диетического назначения очень мало. Поэтому целью данной работы была разработка технологии производства пенообразного полуфабриката (безе) с заменой сахара на фруктозу, которая обладает низким гликемическим индексом, не вызывает скачков уровня инсулина в крови, и может применяться в десертах для людей, страдающих сахарным диабетом. Для полной замены сахара в технологии изготовления безе на фруктозу, были изучены химические и физические свойства фруктозы и их влияние на процессы пенообразования и пеноустойчивости. В связи с тем, что фруктоза в своих свойствах имеет ряд отличий от сахарозы (более высокая растворимость, более низкая температура плавления, высокая гигроскопичность, более низкое рН среды, меньшая устойчивость к окислению и т.д.), были сделаны рекомендации, которые необходимо учитывать при разработке технологии производства безе на основе фруктозы. На основе этих*

*рекомендаций были подобраны ингредиенты для рецептуры и разработана аппаратурно-технологическая схема производства на основе технологической схемы производства классического безе с внесением некоторых изменений (добавлены емкости и дозаторы для дополнительных ингредиентов; подобран смеситель, позволяющий вносить ингредиенты в процессе сбивания пены; добавлен азратор и изменена конфигурация печи для выпечки). В результате был получен продукт, соответствующий требованиям «Технические условия на пирожное безе классическое» с пониженной энергетической ценностью и обладающий некоторыми диетическими и диабетическими свойствами.*

*Ключевые слова: фруктоза, производство безе, свойства фруктозы, пенообразование, диетические продукты*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_120

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

## **Введение**

Одним из направлений государственной политики Российской Федерации является создание технологий производства продуктов лечебно-профилактического назначения для предупреждения различных заболеваний и укрепления защитных функций организма. Основой для создания таких продуктов могут быть сахаристые изделия, т.к. на их долю приходится 18% всего совокупного объема продаж кондитерских изделий в России.

В настоящее время спросом у населения пользуется безе, потребление которого на душу населения в среднем составляет 2,4 кг в год. В своём составе безе содержит белок (протеины, витамины группы В и РР, минералы), лимонную кислоту (витамин С), углеводы, которые являются полезными функциональными ингредиентами. Недостатком безе, как и других кондитерских изделий, является присутствие в их составе большого количества сахара, чрезмерное употребление которого вызывает целый ряд серьезных заболеваний и противопоказано для употребления людям, страдающим сахарным диабетом. Одним из способов решения данной проблемы может быть замена сахара на фруктозу, которая имеет низкий гликемический индекс и не вызывает резких скачков уровня инсулина в крови [5]. Поэтому разработка продуктов на основе фруктозы, в т.ч. производства безе на основе фруктозы, позволит повысить качество и расширить ассортимент сахаристых изделий на рынке диетических и функциональных продуктов [8].

Безе относится к пенообразным кондитерским массам, в которых дисперсионной средой является сахаро-фруктово-белковый, агаро-сахаро-белковый или пектино-сахаро-белковый золь (жидкость), способный при определенных условиях переходить в гель или студень; а дисперсной фазой являются недоформированные пузырьки

воздуха (газ), причем пузырьки отделены друг от друга тонкими пленками жидкости (дисперсионной среды).

Форма пузырьков в пене зависит от соотношения объемов газа и жидкости в ней (характеризуется относительной или объемной плотностью пены), степени полидисперсности пены и способа упаковки пузырьков. Ячейки пен, для которых соотношение объемов газовой и жидкой фаз составляет несколько десятков и даже сотен, разделены очень тонкими жидкими пленками и их ячейки представляют собой многогранники [16].

Пены являются термодинамически неустойчивыми системами, так как имеют сильно развитую поверхность раздела фаз. Для придания устойчивости пене необходимо присутствие в жидкости пенообразователей (ПАВ), молекулы которых обладают амфифильными свойствами и адсорбируются определенным образом на границу раздела фаз, в результате чего на границе раздела фаз снижается поверхностное натяжение. При определенной концентрации ПАВ наступает “насыщение” адсорбционного слоя, начинается мицеллообразование (адсорбированные молекулы ориентируются перпендикулярно поверхностному слою). Стабилизирующее действие адсорбционных слоев ПАВ заключается в уменьшении скорости течения жидкости по каналам и пленкам пены, невозможности развития конвективного переноса и создании определенного профиля каналов пен, в зависимости от типа ПАВ и градиента давления.

Кондитерские пенообразные массы получают диспергационным способом, т.е. при перемешивании жидкости захватывается воздух и дробится на мелкие частички. Одной из важнейших характеристик пены является ее дисперсность, которая определяет многие свойства и процессы, протекающие в ней, а также технологические качества пены.

Одним из факторов самопроизвольного разрушения пены является диффузионный перенос газа из маленьких пузырьков в более крупные, который вызывается неодинаковым давлением газа в пузырьках. Адсорбционные слои ПАВ уменьшают капиллярное давление в малых пузырьках при их сжатии и увеличивают его в больших пузырьках при их расширении.

Вторым после пенообразования процессом, определяющим структуру пенообразных изделий, является студнеобразование. Чтобы зафиксировать пенную структуру, придать массе необходимую для формования механическую прочность, пенообразную массу смешивают с загустителем-студнеобразователем. При смешивании загуститель-студнеобразователь заполняет пространство между воздушными пузырьками, покрытыми адсорбционным слоем белковых молекул

(рис.4), происходит утолщение пенных пленок и обогащение их студнеобразующими молекулами загустителя.

В качестве пенообразователей в кондитерской промышленности используются яичные белки, кровяной альбумин, желатин, экстракт мыльного корня и лакричный экстракт, но чаще применяется именно яичные белки, которые при сбивании образует крепкую и устойчивую пену.

Большинство ПАВ стабилизирует пену в щелочной среде, но белковые растворы проявляют максимальную пенообразующую способность в изоэлектрической точке. Поскольку яичный белок обычно является более сильной кислотой, чем основанием, то его изоэлектрическая точка соответствует рН ниже 7. При добавлении электролитов происходит сдвиг изоэлектрической точки, одновременно с этим смещается и максимум пенообразования. Поэтому при изготовлении пенообразных масс необходимо в рецептурную смесь вводить щелочные препараты (например, лактат натрия).

С повышением температуры смеси уменьшается поверхностное натяжение и вязкость жидкой фазы, что благоприятствует подъему пены, но образовавшаяся пена легко коалесцирует. Низкая температура массы в процессе сбивания нежелательна ввиду повышения вязкости и задержки подъема пены.

С увеличением времени сбивания объем пены повышается, улучшается ее дисперсность, а следовательно, и устойчивость. Однако продолжительность сбивания имеет свой предел, выше которого объем пены уменьшается, ухудшается ее качество и устойчивость [14].

Сахар стабилизирует пену белка, но увеличивает продолжительность его сбивания вдвое. Пенообразующая способность и устойчивость пены снижается в присутствии жира.

Таким образом, на процесс пенообразования яичного белка влияет целый ряд факторов, иногда и взаимосвязанных. Поэтому поставленная в работе задача – полная замена сахарозы на фруктозу в технологии изготовления безе – требует дополнительного изучения влияния фруктозы на основной пенообразователь системы, т.к. сама фруктоза имеет целый ряд отличий в своих химических, физико-химических и технологических свойствах, по сравнению с сахарозой.

### **Методы и методики**

Основным объектом исследования данной работы являлась фруктоза как сахарозаменитель. Предметом исследования являлась применение фруктозы в технологии производства безе на ее основе. Изучались основные химические, физико-химические и технологические свойства фруктозы, в ходе чего выявлялись ее основные

отличия от сахарозы и ее поведение в различных технологических операциях. Исследования проводились путем анализа научной литературы, нормативных документов, а также экспериментальные исследования: органолептический метод, титрометрический, вискозиметрический, поляриметрический, рефрактометрический методы для определения качественных показателей разработанного безе.

### Эксперимент

Основными рецептурными компонентами кондитерских изделий типа безе являются яичный белок и белый сахар. Яичный белок является пенообразователем, а добавление сахара повышает вязкость пены и оказывает на нее стабилизирующее действие, повышает ее стойкость, замедляет ее разрушение, т.е. позволяет сохранить структуру, форму готовых изделий в процессе термической обработки.

Фруктоза имеет ряд специфических физико-химических и химических свойств, оказывающих влияние на применение ее в пищевой промышленности. При применении фруктозы в пищевой промышленности в качестве заменителя сахарозы необходимо учитывать ее свойства и корректировать технологию [5, 10].

Фруктоза обладает высокой гигроскопичностью, начинает сорбировать влагу из окружающего воздуха при относительной влажности воздуха 45-50%. Даже небольшое добавление фруктозы к сахарозе приводит к появлению у последней гигроскопичных свойств (табл.1), благодаря чему она является консервантом влаги, что должно быть учтено при подборе упаковочного материала для длительного хранения.

Таблица 1

Гигроскопичность сахарозы в смеси с другими сахарами при 25°C [9]

Наименование сахара	Относительная влажность воздуха, %								
	81,8			62,7			43,0		
	Количество влаги, %, поглощенное через								
	1 день	5 дней	10 дней	1 день	5 дней	10 дней	1 день	5 дней	10 дней
Сахароза	Не гигроскопична								
Сахароза + 10% <i>фруктозы</i>	6,03	11,06	13,87	1,73	3,42	3,38	0,05	0,05	0,04

Фруктоза по сравнению с сахарозой хорошо растворима в воде (табл.2). Это имеет важное значение с точки зрения получения сиропов фруктозы с более высоким содержанием сухих веществ.

Таблица 2

Показатели растворимости фруктозы и сахарозы [9]

Показатель		Температура, °C						
		20	30	40	50	60	70	80
Растворимость, г на 100 г воды	<i>фруктоза</i>	370	444	538	660	830	1170	1820
	<i>сахароза</i>	204	210	238	260	288	325	370
Массовая доля сухих веществ, %	<i>фруктоза</i>	78,9	81,6	84,3	86,9	89,2	92,1	94,8
	<i>сахароза</i>	67,1	68,7	70,4	72,2	74,2	76,5	78,7

Вязкость растворов фруктозы и их относительная плотность ниже, чем соответствующих растворов сахарозы (табл.3 и 4).

Таблица 3

Вязкость растворов фруктозы и сахарозы, Па·с·10<sup>-3</sup> [9]

Сахара	Концентрация раствора, %					
	20	20	40	50	60	70
Сахароза	1,9	3,2	6,2	15,0	57,2	400,0
Фруктоза	1,8	2,9	5,6	11,0	34,0	170,0

Таблица 4

Относительная плотность растворов сахаров при 20°C [9]

Сахара	Содержание сахара в г/100 г раствора							
	5	10	20	30	40	50	60	70
Сахароза	1,0197	1,0400	1,0830	1,1291	1,1787	1,2320	1,2891	1,3500
Фруктоза	1,0180	1,0385	1,0816	1,1276	1,1769	1,2295	1,2853	1,3444

Фруктоза, в отличие от сахарозы, очень медленно выкристаллизовывается из пересыщенных растворов. В сравнении с сахарозой она термически менее устойчивая. Температура плавления фруктозы - 104°C, сахарозы - 184-185°C.

Для растворов фруктозы в интервале температур 40-140°C изокаталитическая точка соответствует значению рН 3,5-4,0. При отклонении величины рН от изокаталитической точки скорость распада фруктозы резко возрастает. В щелочной среде устойчивость фруктозы резко снижается.

Замена сахара фруктозой (более 25%) заметно снижает термостабильность пенообразной массы, но обеспечивает большую устойчивость к синерезису (рис. 1 и 2).

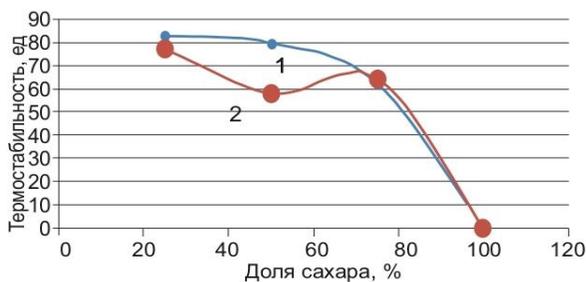


Рисунок 1. Влияние доли замены сахара глюкозой (1) и фруктозой (2) на термостабильность пенообразного изделия [6]

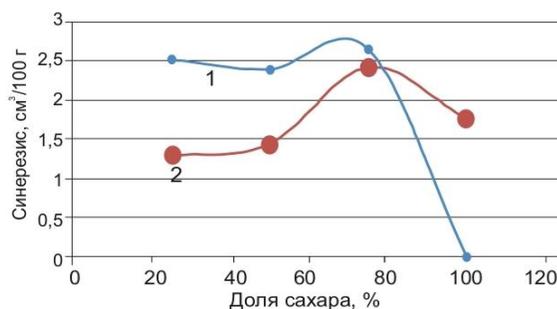


Рисунок 2. Влияние замены сахара глюкозой (1) и фруктозой (2) на синерезис пенообразной массы [6]

Сладость кристаллической фруктозы по сравнению с сахарозой, принятой за 1, составляет 1,8 [1]. Сладость растворов фруктозы в значительной степени зависит от температуры (рис.3).

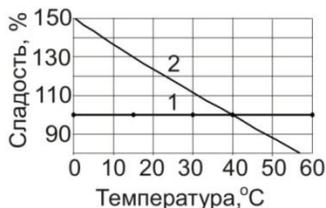


Рисунок 3. Изменение сладости сахаров в зависимости от температуры: 1 - сахароза, 2 – фруктоза

Максимальная пенообразующая способность белково-сахарной смеси соответствует рН 4,8-5,0. Фруктоза имеет меньшее рН. Белково-фруктозные растворы имеют более высокую пенообразующую способность, максимум которой смещается в более кислую область (рис.4).

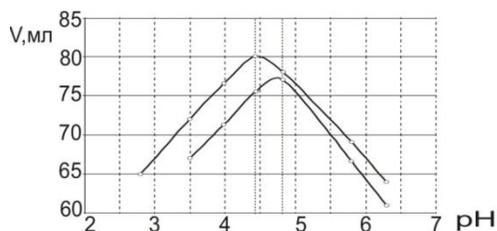


Рисунок 4. Зависимость объема пены от pH среды при содержании: 1 - яичный белок + сахарная пудра; 2 - яичный белок + фруктозная пудра

Большое влияние на процесс пенообразования кондитерских масс оказывает концентрация яичного белка. С увеличением концентрации яичного белка пенообразующая способность растворов сначала обычно увеличивается до максимального значения, затем остается практически постоянной. В присутствии сахарной пудры, а также фруктозной пудры максимальный объем пенообразной массы был получен при концентрации яичного белка 5% (рис.5).

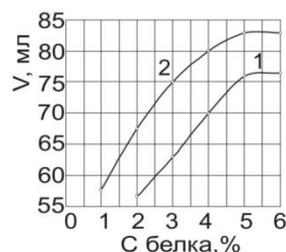


Рисунок 5. Зависимость объема пены от концентрации яичного белка при составе смеси: 1 - яичный белок + сахарная пудра; 2 - яичный белок + фруктозная пудра

С повышением температуры повышается давление внутри пузырьков, увеличивается растворимость ПАВ, уменьшается поверхностное натяжение, что способствует пенообразованию и пеноустойчивости, но усиливаются тепловые колебания адсорбированных молекул и ослабляется механическая прочность поверхностного слоя, образованного молекулами ПАВ, а также вязкость пенообразующего раствора снижается, что увеличивает скорость истечения жидкости из пены (синерезис), и изменяются условия гидратации полярных групп ПАВ, что вызывает уменьшение устойчивости пены. С увеличением температуры вязкость и устойчивость пенообразных масс снижается (рис.6, 7).

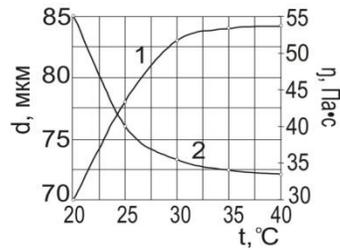


Рисунок 6. Зависимость среднего размера воздушных пузырьков (1) и эффективной вязкости (2) пенообразной массы на основе фруктозы от температуры сбивания/

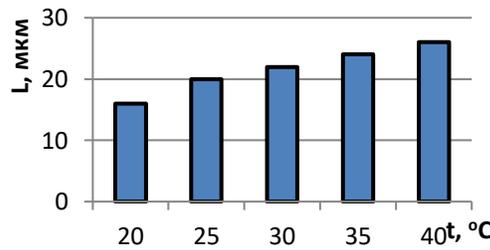


Рисунок 7. Зависимость количества жидкости, отслоившейся за 24 ч из пенообразной массы на основе фруктозы от температуры сбивания

Пена как дисперсная система приобретает свойства твердого тела: сохраняет собственную форму, обладает модулем сдвига. На величину вязкости существенное влияние оказывает содержание фруктозы, которая значительно понижается (рис.8).

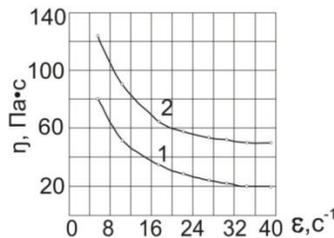


Рисунок 8. Зависимость эффективной вязкости пены от градиента скорости при содержании: 1 - яичный белок + фруктозная пудра; 2 - яичный белок + сахарная пудра [15]

Анализ полученных интегральных кривых распределения пузырьков воздуха в пенах (рис.9) показывает, что замена сахарной пудры на фруктозную ведет к уменьшению дисперсности и к незначительному снижению устойчивости пен (рис.10).

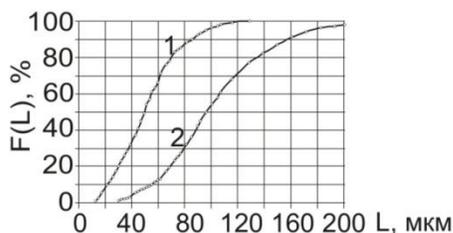


Рисунок 9. Интегральные кривые распределения пузырьков в пене при содержании: 1 - яичный белок + сахарная пудра; 2 - яичный белок + фруктозная пудра[15]

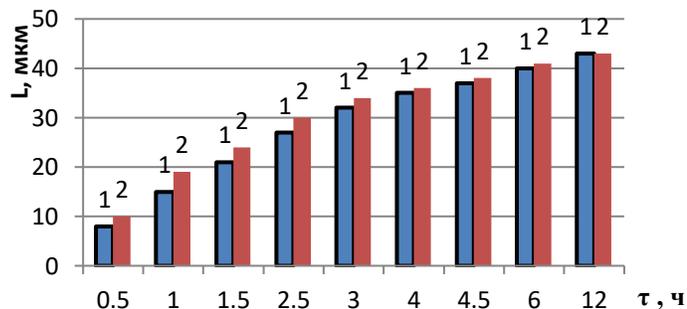


Рисунок 10. Зависимость количества жидкости, отслоившейся из пены при содержании: 1 - Яичный белок + сахарная пудра; 2 - Яичный белок + фруктозная пудра

Основными факторами, влияющими на процесс пенообразования яично-фруктозной смеси являются продолжительность сбивания (мин), температура сбивания ( $^{\circ}\text{C}$ ) и массовая доля сухих веществ сбиваемой смеси. Выбор интервалов изменения факторов обусловлен технологическими характеристиками сбивной массы (в интервале 5-15 мин). С увеличением продолжительности сбивания, массовой доли сухих веществ и снижением температуры пенообразующего раствора повышается эффективная вязкость, дисперсность воздушных пузырьков, кратность и устойчивость пены [13].

В соответствии с особенностями применения фруктозы в кондитерских изделиях (в особенности в пенообразных кондитерских массах на основе яичных белков) в разрабатываемой технологии производства безе на основе фруктозы предлагается рецептура, представленная в табл.5.

Таблица 5

Рецептура безе на основе фруктозы

Компонент	% от масс.	Назначение
Белки яичные	25	Пенообразователь
Фруктоза	30	Сахарозаменитель
Натриевая соль КМЦ	0,02	Термостабилизатор, загуститель
Каррагинан	0,03	Структурообразователь
Цитрат кальция	0,001	Стабилизатор, консервант, источник Ca <sup>2+</sup>
Цитрат натрия	0,001	Антиоксидант, стабилизатор
Кислота лимонная	0,3	Регулятор кислотности
Вода	0,64	Растворитель

Технологическая блок-схема производства безе, обогащенного фруктозой представлена на рис.11.



Рисунок 11. Технологическая схема производства безе обогащенного фруктозой

Аппаратурно-технологическая схема производства безе представлена на рис.12.

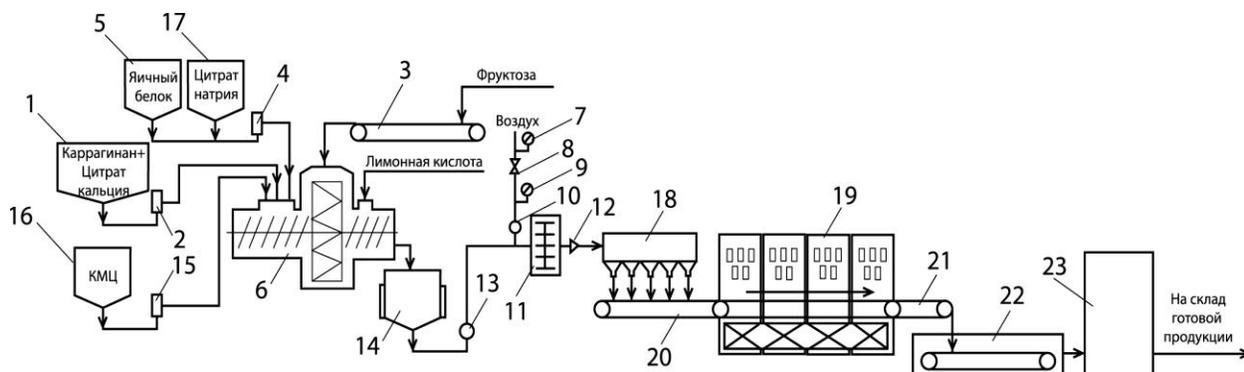


Рисунок 12 – Аппаратурно-технологическая схема процесса изготовления безе, обогащенного фруктозой: 1 – резервуар с водно-каррагинановой смесью с цитратом кальция; 2 – плужерный дозатор; 3 – резервуар с фруктозой; 4 – плужерный дозатор; 5 – резервуар с яичным белком; 6 – смеситель; 7 – манометр; 8 – вентиль регулировки манометров; 9 – манометр; 10 – ротаметр; 11 – установка аэрирования; 12 – диафрагма; 13 – шестерённый насос; 14 – промежуточная ёмкость; 15 – плужерный дозатор; 16 – резервуар с набухшей натриевой соль карбоксилметилцеллюлозы; 17 – резервуар с цитратом натрия; 18 – отсадочная машина; 19 – газовая печь; 20 – входной (приёмочный) конвейер; 21 – выходной конвейер; 22 – охлаждающий длинный транспортёр; 23 – фасовочно-упаковочный автомат; 24 – лимонная кислота

Предварительно подготовленную водно-каррагинановую смесь с цитратом кальция 1, плужерным дозатором 2 подают в смеситель 6, туда же подают набухшую натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы 16 плужерным дозатором 15. Яичный белок из резервуара 5 и лактат натрия 17 подают дозатором 4.

Сбивают воздушный полуфабрикат при переменном числе оборотов: вначале 2-3 минуты на малой скорости, после появления белой пены скорость вращения увеличивают примерно до  $180 \text{ мин}^{-1}$  до установления объемной массы  $340-410 \text{ кг/м}^3$ , когда же белки увеличатся в объеме в 2-2,5 раза и превратятся в пенообразную массу, машину переводят на  $260-300 \text{ мин}^{-1}$  и взбивают рецептурную смесь с массовой долей сухих веществ 64% в течении 7-8 мин до установления объемной массы  $905-910 \text{ кг/м}^3$ .

Далее в процессе сбивания в смеситель 6 постепенно подают фруктозу 3 и, в конце сбивания, добавляют лимонную кислоту [7].

В смесителе 6 компоненты перемешиваются, сбиваются, при этом фруктоза и другие сухие ингредиенты растворяются. Фруктоза должна иметь следующий ситовый размер или помол: максимальный остаток 2,0% на сите с размером отверстий 212 микрон; максимальный остаток 26,0% на сите с размером отверстий 106 микрон. Такие

пределы размеров частиц фруктозы в безе позволяют получить более гладкую текстуру при более низком содержании влаги. Если эти сухие вещества недостаточно суспендированы, смесь безе будет недостаточно текучей для данного способа получения и будет вызывать ощущение песчаности во рту при потреблении готового продукта из-за присутствия кристаллов сахара в смеси для безе, и причиной появления «песчаности» наряду с «пятнистостью» поверхности изделия. Более мелкие кристаллы фруктозы более быстро плавятся/растворяются по сравнению с более крупными кристаллами, что ускоряет сушку экструдированной смеси для безе, отвечающей требованиям непрерывного способа получения [3].

Весь процесс сбивания проводят при оптимальной температуре для пенообразования белка 20–30°C.

Сбитая масса, собирается в промежуточной ёмкости *14*, из которой шестерённым насосом *13* подаётся в установку аэрирования *11*, где она дополнительно насыщается воздухом. Аэрирование проводят до плотности от около 200 до 400 кг/м<sup>3</sup> и с содержанием влаги в смеси от около 18% до около 22% по массе, что позволяет в дальнейшем сушить смесь при экономически выгодной скорости с достижением при этом требуемого конечного содержания влаги в безе.

По пути движения рецептурной смеси в установку аэрирования подаётся воздух под давлением, предварительно очищенный от масла и пыли. Давление воздуха регистрируется манометрами *7* и *9*, регулируется вентилем *8*, а количество контролируется ротаметром *10*.

Пенообразная масса из установки аэрирования выходит через диафрагму *12*, при этом за счёт перепада давления воздушные пузырьки расширяются и плотность массы уменьшается. Температура сбитой и аэрированной массы не должна превышать 55°C, чтобы не вызвать денатурацию белка.

Затем пенообразная масса отправляется в отсадочную машину *18*, где она формуется в виде полусфер весом 1-2 г. Изделия формируют сразу после аэрирования пенной массы, так как при длительной отстойке ухудшается качество за счет удаления воздуха из пены и увеличивается плотность и понижается формоустойчивость. Полученная смесь после аэрации должна характеризоваться достаточно «плотными» реологическими свойствами, что позволит отсаживать ее на воздухопроницаемую ленту конвейера, которая бы позволяла бы воздуху циркулировать.

Отформованное безе подаётся на входной (приёмочный) конвейер *20* и поступает в газовую печь *19*, где безе выпекается (сушится) при температуре 85-95°C в течении

70-100 минут, что обеспечивает белый цвет, нормальную поверхность и равномерную пропеченность изделия, с общим содержанием влаги 0,5%-2% по массе.

После выпекания безе предварительно охлаждают принудительно циркулирующим со скоростью 3-4 м/с воздухом температурой 20-25°C, до температуры 55-60°C на выступающем из печи печном конвейере 21. Охлаждать изделия следует при мягком режиме, чтобы избежать в них перенапряжений, приводящих к образованию трещин.

Затем изделия направляются на охлаждающий длинный транспортер 22 для окончательного охлаждения за счет теплоотдачи в окружающую среду.

После охлаждения готовые изделия упаковывают с помощью фасовочно-упаковочного автомата 23 и отправляются на склад готовой продукции с последующей реализацией [7].

### Результаты и выводы

Разработанная технология позволяет получить традиционное по внешнему виду и органолептическим показателям безе, которое, однако, имеет пониженную энергетическую ценность в результате замены сахарозы на фруктозу, а также имеют в составе пищевые волокна (табл.6). Поэтому данное изделие обладает диетическими и диабетическими свойствами.

Таблица 6

Пищевая ценность и энергетическая ценность на 100 г изделия

Вид изделия	Пищевая ценность на 100 г продукта				Энергетическая ценность, ккал/100г
	Белки	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна	
Безе на сахарозе	6,2	0,1	44,2	0	204,8
Безе на фруктозе	3,7	0,05	30,26	0,02	130,84

Результаты органолептической и физико-химической оценки, показали, что новое кондитерское изделие соответствует нормам, установленным и введенным в действие в Технических условия на пирожное безе классическое.

В соответствии [2, 11, 12] с нормами полученное безе на фруктозе имеет правильную устойчивую форму светло-кремового цвета с хрупкой, среднепористой структурой внутри и умеренно-твердой шероховатой корочкой снаружи. Имеет сладкий вкус, без посторонних запахов.

По физико-химическим показателям изготовленное безе на фруктозе также соответствует нормативным показателям: имеет массовую долю фруктозы 67% (по сухому веществу); щелочность 1,8; плотность 0,56 г/см<sup>3</sup>; намокаемость 150%; массовая доля золы 0,08%.

На основании результатов, полученных в настоящей работе, была показана возможность разработки технологии производства безе, обогащенного фруктозой, а также сформулированы следующие выводы и рекомендации о возможности использования фруктозы в производстве различных пенообразных кондитерских изделиях.

#### References

1. Азрилевич М.Р. Заменители сахара. Пищевые ингредиенты. – М.: Профессия, 2003. – 45 с.
2. Вытовтов А.А. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров (Учебник). – М.: ИНФРА-М, 2020. – 576 с.
3. Драгилев А.И., Селезнёв Я.М. Оборудование кондитерского производства. – М.: Мастерство, 2001. – 272 с.
4. Каганов И.Н., Славянский А.А. Гранулометрия сахара-песка/ Сахарная промышленность. 1970. № 12. С. 6-10.
5. Корпачев В.В. Сахара и сахарозаменители. – Киев: МИС, 2020. – 430 с.
6. Кристаллы сахарозы как основа сахаросодержащих продуктов/Николаева Н.В., Митрошина Д.П., Славянский А.А., Грибкова В.А., Лебедева Н.Н.//Сахар. 2021. № 8. С. 34-39
7. Лебедева Л.Н., Дудко С.Д., Оболкина В.И. Производство кондитерских изделий на предприятиях и в цехах малой мощности (Учебное пособие). – Киев: ИНКОС, 2010. – 312 с.
8. Линич Е.П., Сафонова Э.Э. Функциональное питание (Учебное пособие). – М.: Лань, 2017. – 180 с.
9. Лобосова Л.А. Разработка технологии зефира функционального назначения на основе фруктозы. Диссертация на соискание степени к.т.н. – М.: Дата публикации: 2007. – 149 с.
10. Славянский А.А., Штерман С.В., Скобельская З.Г. Сахар-песок как сырье для производства карамели//Кондитерское производство. 2001. № 1. С. 14-16.
11. Технические условия на пирожное безе классическое – ТУ. – М.: Дата введения: 2016. – 14 с.

12. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции. – М.: ЦЕНТРМАГ. Дата принятия 09.12.2011. – 242 с.
13. Штамм А.А. Кондитерские изделия. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 159 с.
14. Шумилкина М.Н., Дроздова Н.В. Кондитер (Учебное пособие). – М.: ФГОС, 2020. – 315 с.
15. The structure development of yogurt with vegetable ingredients/ Канарейкина С.Г., Канарейкин В.И., Ганиева Е.С., Бураковская Н.В., Шадрин М.А., Халепо О., Бабаева М.В., Николаева Н.В., Восканян О.С.// International Journal of Recent Technology and Engineering. 2019. Т. 8. № 2. С. 1587-1592
16. Development of technology for powdered soy milk with the addition of coconut powder/Orlova A.Yu., Gribkova V.A., Lebedeva N.N., Slavyanskiy A.A., Nikolaeva N.V. //В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific Conference. 2021. С. 06013

UDC 621.391.8

## Sidorkovich D.R., Fedorov A.S. Node-RED software development for access and control system RFID-based

Разработка программного обеспечения в среде Node-RED для системы контроля и управления доступом на базе технологии радиочастотной идентификации

**Sidorkovich Daria Romanovna,**

Graduate Student of Department of Radio Communication and Broadcasting, SPbSUT

**Fedorov Andrey Sergeevich,**

Engineer of Research and Education Center «Wireless Infotelecommunication Networks», SPbSUT

Scientific adviser: **Vorobiev O.V.**, Cand. Of Eng. Sc., professor,  
head of Department of Radio Communication and Broadcasting, SPbSUT

Сидоркович Дарья Романовна,

Магистрант кафедры радиосвязи и вещания, СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Федоров Андрей Сергеевич,

Инженер научно-образовательного центра «Беспроводные инфотелекоммуникационные сети»,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Научный руководитель

Воробьев О.В., к.т.н., профессор, заведующей кафедрой радиосвязи и вещания,

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

***Abstract.** This article focuses on the development of access and control system software in the Node-RED cloud graphics programming environment. The system is based on RFID-equipment manufactured by Advantech. A link to the results of the previously developed prototype is presented, as well as a description of the changes made to its work, fragments of the source text of the program and examples of work.*

***Keywords:** access and control system, RFID, Node-RED, Advantech.*

***Аннотация.** Данная статья посвящена разработке программного обеспечения системы контроля и управления доступом в облачной графической среде программирования Node-RED. Система основана на оборудовании, работающем на основе технологии радиочастотной идентификации и произведенном компанией Advantech. Представлена ссылка на результаты ранее разработанного прототипа, а также описание внесенных в его работу изменений, фрагменты исходного текста программы и примеры работы.*

***Ключевые слова:** СКУД, радиочастотная идентификация, Node-RED, Advantech.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_136

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент,  
заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Данная статья продолжает работу, описанную в [1] и посвящена повышению эффективности работы программной части разработанной СКУД, путем ее оптимизации и добавления новых функций.

Аппаратная часть системы реализована на основе базовой станции технологии RFID модели WISE-2834 компании Advantech. Это универсальное устройство, имеющее возможность быть интегрированным в локальную сеть, развернутую на объекте, посредством подключения по Ethernet-интерфейсу, а также имеющее возможность подключения внешних устройств и датчиков к встроенным цифровым входам и выходам. Внешний вид устройства и основные характеристики представлены на рисунках 1 и 2 соответственно [2].



Рисунок 1. WISE-2834

Параметр	Значение
Поддерживаемые частотные диапазоны, МГц	US: 902.75–927.25 EU: 865.7–867.5 TW: 922.25–927.75
Мощность передачи, дБм	10–31.5
Чувствительность, дБм	–82
Чипсет	ARM Cortex-A8 300 MHz
Оперативная память, Мб	512 DDR3L
Объем памяти, Мб	512
Интерфейсы	Status, Serial (Tx, Rx), Wi-Fi communication, RFID Channel on/off, Wi-Fi Signal Strength, 1 x Micro SD card, 1 x USB2.0 High Speed, 1 x 10/100 Based-T RJ-45, 1 x RS-485, 4 Digital Inputs, 4 Digital Outputs
Напряжение электропитания, В	10–30 DC
Габариты, мм	190×120×30.2
Рабочая температура, °С	–25 ~ +50
Рабочая влажность, %	20 ~ 95

Рисунок 2. Основные характеристики

Программная часть выполнена в облачной графической среде программирования Node-RED [3] и, по сравнению с предыдущей итерацией, несколько усложнена. Node-Red является оптимальным решением, так как СКУД развертывается на небольшой территории, а персонал, которому нужно предоставить доступ, немногочислен. Весь инструментал, предоставленный программой, позволит объединить все элементы СКУД в единую систему, также создать необходимую базу данных, на основании которой будет предоставляться доступ сотрудникам в выбранные помещения.

Разработанная программа подчиняется логике, описанной блок-схемой, представленной на рисунке 3.

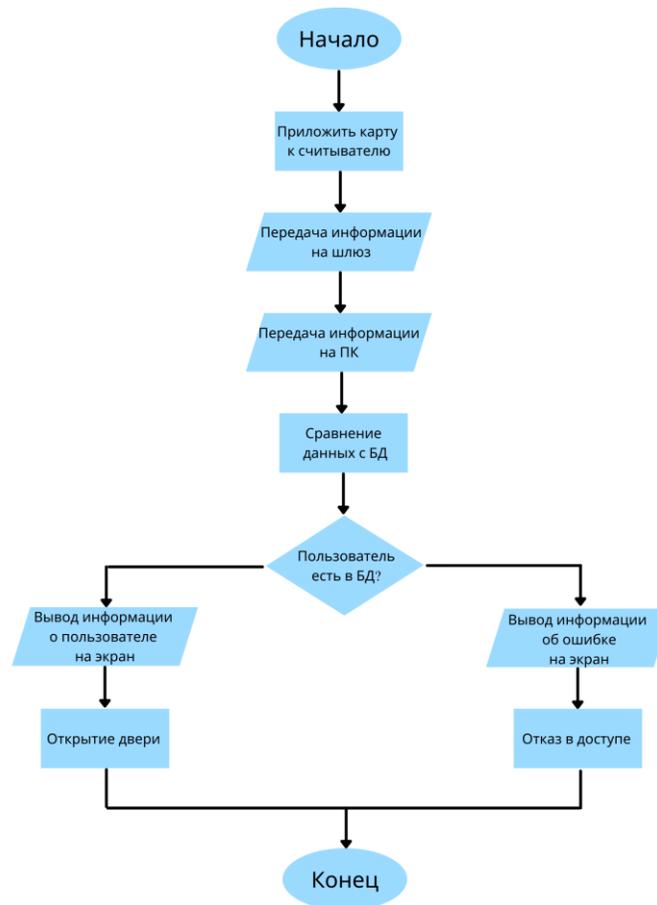


Рисунок 3. Блок-схема программы

Программа, разработанная в среде Node-RED, в графическом виде представлена на рисунке 4.

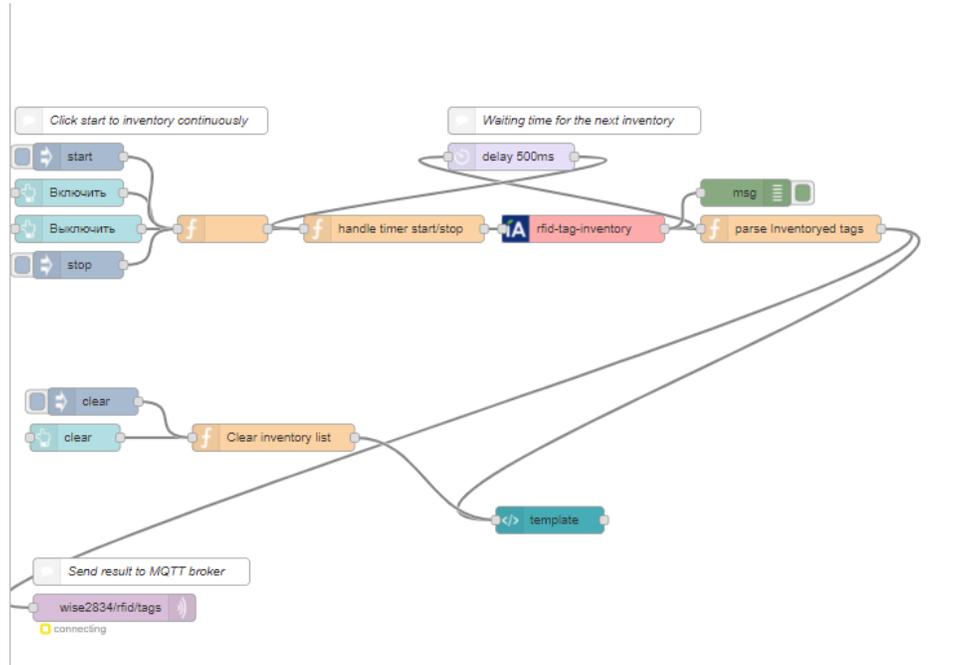


Рисунок 4. Программа в среде Node-RED

Каждый отдельный блок имеет свое наполнение. Для ввода сообщения в поток данных используются ноды «start» и «stop». Они активируются после нажатия кнопок включения и выключения. После получения сигнала о начале работы, сообщение передается в функции, которые обрабатывают информацию. Данная функция описывает процесс начала и остановки обработки сообщения. Ниже представлено внутренне наполнение первой используемой функции, которая привязана к узлам «start» и «stop»:

```
var inv_state == global.get ('inv_state') || 'stop';  
if (inv_state == 'start')  
  {  
    Var New={};  
    New.payload='go';  
    return New;  
  }  
else  
{  
}
```

Далее используется узел, непосредственно относящийся к устройству – «rfid-tag-inventory». Он позволяет хосту собирать Electronic Product Code (EPC) для всех интересующих тегов, которые будут входить в контакт с исследуемой системой.

Для того, чтобы избежать наложения информации от разных носителей, используется функция задержки «delay», в данном случае она равна 500 мс. Это необходимо для предотвращения потери приходящих сообщений, которые могут быть повреждены избытком информации.

После получения сообщения, функция «parse inventory tag» разбирает его на нужную нам информацию. Ниже представлен внутренний код данной ноды, который осуществляет необходимые нам действия:

```
var ary = [];  
var hit = false;  
for (var i=0;i<msg.Inv.length;i++)  
{  
  hit = false;  
  var tempEPC = (msg.Inv[i].acc_data).toString('hex');  
  for (var j=0;j<ary.length;j++)  
  {  
    if (ary[j].epc == tempEPC)  
    {  
      hit = true;  
      ary[j].cnt++;  
      //node.error("j="+j+" cnt="+ary[j].cnt);  
      if (msg.Inv[i].logic_ant == 0)  
        ary[j].ant0++;  
      if (msg.Inv[i].logic_ant == 1)  
        ary[j].ant1++;  
      if (msg.Inv[i].logic_ant == 2)  
        ary[j].ant2++;  
      if (msg.Inv[i].logic_ant == 3)  
        ary[j].ant3++;  
    }  
  }  
}  
if (hit === false)
```

```
{
  var obj = new Object();
  obj.epc= tempEPC;
  obj.cnt = 1;
  obj.ant0 = 0;
  obj.ant1 = 0;
  obj.ant2 = 0;
  obj.ant3 = 0;

  if (msg.Inv[i].logic_ant == 0)
    obj.ant0++;
  if (msg.Inv[i].logic_ant == 1)
    obj.ant1++;
  if (msg.Inv[i].logic_ant == 2)
    obj.ant2++;
  if (msg.Inv[i].logic_ant == 3)
    obj.ant3++;

  obj.time = new Date().toISOString();
  ary.push(obj);
}
var InventoryList = global.get('InventoryList')||[];
InventoryList = ary;
global.set("InventoryList",InventoryList);
msg.payload = InventoryList;

return msg;
```

После разбора информации на отдельные пункты, поток данных передается в созданную таблицу, она может быть представлена в графическом виде. Для этого действия используется узел «template», внутренний код которой продемонстрирован ниже:

```
<table style="width:100%">
  <tr>
```

```
<td>Номер</td>
<td>ФИО</td>
<td>Должность</td>

<td>Аудитория 1</td>
<td>Аудитория 2</td>
<td>Аудитория 3</td>
<td>Аудитория 4</td>
<td>Время</td>

</tr>
<tr ng-repeat="x in msg.payload ">
  <td>{{$index}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].epc}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].cnt}}</td>

  <td>{{msg.payload[$index].ant0}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].ant1}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].ant2}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].ant3}}</td>
  <td>{{msg.payload[$index].time}}</td>
</tr>
</table>
```

Информация, полученная благодаря узлу «parse inventory tag», представляется в удобном для пользователя виде. Также для сброса уже полученной информации, оформленной в таблицу, используется функция «Clear».

Полученные результаты можно отправить в MQTT-брокер. Он используется для общения между умными устройствами, путем пересылки сообщений о своем состоянии. Для этого используется Wi-Fi сеть и некое центральное устройство под названием брокер. В его задачу входит слушать сеть, получать и передавать полученные сообщения и хранить их, если это запрошено.

Самым важным нововведением в программе стала возможность вывода на экран (например, это может быть компьютер дежурного сотрудника) описанной выше таблицы с указанием аудитории, куда была предпринята попытка доступа, ФИО посетителя,

степень его допуска (в зависимости от должности), а также время и дата попытки доступа. Пример этого экрана приведен на рисунке 5.

ВКЛЮЧИТЬ		ВЫКЛЮЧИТЬ		CLEAR			
Номер	ФИО	Должность	Аудитория 1	Аудитория 2	Аудитория 3	Аудитория 4	Время
0	Сидоркович Дарья Романовна	Студент	1	0	0	0	2021-06-04T14:09:23.910Z
1	ERROR!	Должность не установлена	1	0	0	0	2021-06-04T14:07:15.673Z
2	Иванов Иван Иванович	Преподаватель	1	0	0	0	2021-06-04T14:11:59.232Z

Рисунок 5. Пример работы программы

Таким образом, процесс работы системы можно описать следующими шагами:

Процесс доступа является многоступенчатым и завязан непосредственно на автономной работе шлюза и компьютера. Его можно описать следующим образом:

1. Пользователь прикладывает тег с уникальным номером к считывателю, который находится непосредственно около входа в аудиторию. В зависимости от дальности считывания антенны, существует возможность настройки системы, при которой нет необходимости прикладывать метку, она может считываться при проходе через дверной проем. Этот способ удобен для тех помещений, где нужно фиксировать время входа и выхода персонала.
2. Считыватель передает информация на RFID - шлюз, в нашем случае Wise - 2834. Сам шлюз крепится в непосредственной близости от антенны на любой удобной поверхности.
3. Полученная информация отправляется на компьютер.
4. Система сравнивает номер метки с данными, находящимися в базе. В таблице 1 приведены данные, используемые при пуско-наладочных работах системы.

Таблица 1

Исходные данные для рассматриваемого примера

Тег	ФИО	Должность
3000e200001d52100102108045e7325c	Сидоркович Дарья Романовна	Студент
3000e2006000621201360600d7200717	Иванов Иван Иванович	Преподаватель
3000e2006000621201900830c2270b68	Петрова Ирина Александровна	Студент

5. При совпадении разрешается вход в аудиторию и на экране появляются все необходимые сведения о пользователе.
6. В случае, если система не обнаруживает совпадений, на экране появляется ошибка и дверь в аудиторию блокируется.

Система начинает работу при нажатии кнопки «ВКЛЮЧИТЬ». После этого запускается процесс, описанный выше. Чтобы остановить считывание необходимо нажать «ВЫКЛЮЧИТЬ». После прекращения работы все данные остаются. Для очистки поля нажимается «CLEAR», и оно приходит в исходный вид. Срабатывание системы обозначается двумя уровнями: «1» и «0», где 1 – антенна была активирована и был запрошен доступ в определенную аудиторию, а 0 – система находится в состоянии покоя.

Исследование выполнено в рамках выполнения ПНИ по государственному заданию СПбГУТ на 2021 год.

#### References

1. А. А. Прасолов, Д. Р. Сидоркович, А. С. Федоров. Разработка СКУД на базе технологии RFID // АПИНО 2021. Сборник научных статей. ТОМ 3. Радиотехнологии связи. Цифровая экономика и управление в связи. Гуманитарные проблемы информационного пространства.
2. WISE-2834. Intelligent RFID Gateway. Datasheet. URL: [https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-2834/file/WISE-2834\\_DS\(012721\)20210127141714.pdf](https://advdownload.advantech.com/productfile/PIS/WISE-2834/file/WISE-2834_DS(012721)20210127141714.pdf).
3. Node-RED – Low-code programming for event-driven application. URL: <https://nodered.org/>

UDC 534-16

## Varlamova A.V. Investigation of natural vibrations of needles embedded in an elastic base

**Varlamova Alla**

Ph. D, Associate Professor of the Department of  
Mechanical Engineering Technology  
of the Dimitrovgrad Engineering and Technological Institute  
of the National Research Nuclear University MEPhI

**Abstract.** *In this paper, small oscillations of needles on an elastic base are considered, taking into account dissipation in the case of a suddenly applied force, an equation of motion and its solution are proposed, the dynamism coefficient and its maxima are determined.*

**Keywords:** *oscillations, equation of motion, needle, base, dynamism coefficient.*

DOI 10.54092/25421085\_2021\_11\_145

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

### 1. Introduction.

The aim of this work is to study the vibrations of needles embedded in an elastic base. To determine the dynamic coefficients in the first approximation, we represent the needle in the form of an elastic non-inertial beam, rigidly fixed at one end, carrying a concentrated mass at the point of application of the shock load.

### 2. Materials and methods

The equation of small oscillations of such a system, taking into account the dissipation in the case of a suddenly applied force, will be as follows [1]:

$$m \cdot \ddot{y} + k \cdot \dot{y} + c \cdot y = P_q \quad (1)$$

or

$$\ddot{y} + 2 \cdot n \cdot \dot{y} + p^2 \cdot y = \frac{P_q}{m} \quad (2)$$

where  $m$  is the mass of the needle brought to the point of impact;

$k$  is the damping coefficient associated with the stiffness coefficient by the relation:

$$K = \frac{\psi}{2\pi\rho} \quad (3)$$

$$n = \frac{K}{2m}; p = \sqrt{\frac{c}{m}} - \text{natural vibration frequency}$$

Absorption coefficient  $\psi$  we assume approximately 0.62.

The solution of equation (1) has the form:

$$y = e^{-nt}(C_1 \cos pt + C_2 \sin pt) + \frac{P_r}{mp^2} \quad (4)$$

The first two equations describe damped natural oscillations. Differentiate (4):

$$\dot{y} = c_1 e^{-nt}(-p \sin(pt) - n \cos(pt)) + c_2 e^{-nt}(p \cos(pt) - n \sin(pt)) \quad (5)$$

To define arbitrary constants, we have the initial conditions for  $t=0$   $y=0$ ,  $\dot{y}=0$ , whence

$$c_1 = -\frac{P_r}{mp^2}, c_2 = -\frac{n}{p} \frac{P_r}{mp^2}$$

Then (5) is written as:

$$y = \frac{P_r}{mp^2} \left[ 1 - e^{-nt} \cos(pt) + \frac{n}{p} \sin(pt) \right] \quad (6)$$

It is easy to see that  $\frac{P_r}{mp^2}$  -represents a static movement of mass, hence

$$k_{dr\max i} = 1 + e^{-nt} \left( \cos(pt) + \frac{n}{p} \sin(pt) \right) \quad (7)$$

Its successive maxima are determined at the following time points  $t = \frac{i\pi}{p}, i=1,2,3..$ :

$$k_{dr\max i} = 1 + e^{-\frac{n}{p}i\pi}$$

Taking into account the introduced notation and dependence (3), the maximum values of the dynamic coefficient are calculated using the formula:

$$k_{dr\max i} = 1 + e^{-\frac{\psi}{4}i} \quad (8)$$

Since the time spent by the needles in the impact zone  $T_r=(12 \dots 60)$  s is large compared to the period of natural vibrations, the termination of this force does not differ from the removal of static load during static deflection of the needle. Therefore, dynamic phenomena are not of interest at this point.

Let us now proceed to the determination of the dynamic coefficient from the impact on the needle .

The force pulse from their impact on the needle:

$$S = P_y \int_0^{T_0} f(t) dt, \quad (9)$$

where  $f(t)$  is the pulse shape,

$T_0$  -time of impact.

We assume  $f(t)=1$ -a rectangular pulse, so

$$p = \frac{S}{T_0} \quad (10)$$

static deflection of the needle under the action of force  $P_y$  :

$$y = \frac{P_y}{C} = \frac{P_y}{mp^2} \quad (11)$$

Substituting (10) and (11) in the expression for dynamic deflection, we obtain:

$$y_d = K_d y = \frac{S_0}{mp}, \quad (12)$$

$$\text{where } S_0 = \frac{K_d S}{p T_0} \quad (13)$$

The homogeneous differential equation of vibrations is represented in the form:

$$\ddot{y} + 2n\dot{y} + p^2 y = 0 \quad (14)$$

Its solution, which looks like:

$$y = e^{-nt} (c_1 \cos(pt) + c_2 \sin(pt)), \quad (15)$$

it is a free oscillation with attenuation. Expression (15) under the action on the needle of a certain mass  $m$  moving with a linear velocity  $V$ , that is, the force pulse  $S=mbv$ , must satisfy the initial conditions for  $t=0$   $y=0, \dot{y} = S_0/m$ . Given them, we find arbitrary constants:

$$c_1 = 0; c_2 = \frac{S_0}{mp}$$

Now (15) takes the form:

$$y = \frac{S_0}{mp} e^{-nt} \sin(pt) = \frac{k_d p_y T_0}{p T_0 m p} e^{-nt} \sin(pt) = k_d y_c e^{-nt} \sin(pt), \quad (16)$$

where does the dynamic coefficient come from?

$$k_{dy} = k_d e^{-nt} \sin(pt) \quad (17)$$

As before, to find its maximum, we equate the first derivative (17) to zero

$$k_{dy} = k_d e^{-nt} (p \cos(pt) - n \sin(pt)) = 0 \quad (18)$$

This equality is possible when

$$p \cos(pt) - n \sin(pt) = 0 \quad (19)$$

### 3. Results and Discussion

Let's set aside a vector of value  $p$  from the origin  $p$  by the angle  $pt$  from the abscissa axis in a counterclockwise direction, then a vector of value  $n$  it will be positioned at a right angle in the clockwise direction from the first one. The resulting vector is a projection on the x-axis of the vector modulo  $= \sqrt{p^2 + n^2}$  and composing the angle with the a-b-sciss axis  $\left(-pt + \arctg\left(\frac{n}{p}\right)\right)$ . As a result, the latter equation can be represented in the equivalent form

$$\sqrt{p^2 + n^2} \cos\left(-pt + \arctg\frac{n}{p}\right) = 0 \quad (20)$$

Its solution  $t = \frac{-(2j-1)\frac{\pi}{2} + \arctg\frac{n}{p}}{p}, j=1,2,\dots$

There are two roots in the first period  $t_1 = \frac{-\frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg} \frac{n}{p}}{p}$ ,  $t_2 = \frac{-\frac{3\pi}{2} + \operatorname{arctg} \frac{n}{p}}{p}$

Substitute them in the expression

$$K_{dy} = K_d e^{-nt} \left[ -\sin pt(p^2 - n^2) - 2np \cos pt \right] \quad (21)$$

Since  $p > n$ , it should be noted that  $K_{dy} < 0$  when  $t_1$ .

Therefore, when  $t = \frac{-\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{n}{p}}{p}$  the dynamic coefficient has maxima .

Transforming (21), we arrive at the formula for the sequence of maxima of the dynamic coefficient when hitting the needle:

$$K_{dy\max i} = \left( 1 + e^{-\frac{\psi}{4}} \right) e^{-\frac{\psi \left( -\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{n}{p} \right)}{4\pi}} \sin \left( -\frac{4j+3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{n}{p} \right) \quad \text{or}$$

$$K_{dy\max i} = \left( 1 + e^{-\frac{\psi}{4}} \right) e^{-\frac{\psi \left( -\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{\psi}{4\pi} \right)}{4\pi}} \sin \left( -\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{\psi}{4\pi} \right)$$

In the case of consecutive  $(K+1)$  impacts that occur in the case under consideration , the dynamic coefficient can be can be obtained by superposing functions (5.39) with different reference points  $j$ . If  $\frac{T_y P}{2\pi}$  it is equal to an integer, a pulse resonance occurs:

$$K_{dy\max} = \left( 1 + e^{-\frac{\psi}{4}} \right) \sum_{r=0}^K e^{-\frac{\psi}{4\pi} \left( -\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{\psi}{4\pi} - r_0 T_y P \right)} \sin \left( -\frac{4j-3}{2}\pi + \operatorname{arctg} \frac{\psi}{4\pi} - r_0 T_y P \right)$$

The highest of the highs will be in the last peepod. Its value is greater the closer the ratio of the shock period to the period of natural vibrations  $\frac{T_y P}{2\pi}$  is to 1.

## References

1. Pisarenko, G. S. Matchmaker on the resistance of materials [Text]: textbook.posobie / G. S.Pisarenko [et al.]. - Kiev.:Naukova dumka,1988-736 p..
2. <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-igolchatoi-garnitury-chesalnykh-mashin>
3. Varlamova A.V. On the determination of the bedding coefficients of the base of needle sets. [Text]:/ Innovations in mechanical engineering. Collection of materials.- Penza, 2001-p.72-75.

Electronic scientific editions

# International journal of Professional Science

international scientific journal  
№11/2021

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions  
for cooperation to e-mail address [mail@scipro.ru](mailto:mail@scipro.ru)



Format 60x84/16. Conventional printed  
sheets 6.8  
Circulation 100 copies  
Scientific public organization  
“Professional science”